



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Kirkkaasta sameaan

Merensuojelu ja tila Saaristomerellä ja
Ahvenanmaalla

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne-
ja ympäristökeskuksen julkaisu

6/2011

Kirkkaasta sameaan

Meren kuormitus ja tila Saaristomerellä ja
Ahvenanmaalla

Turku 2011

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



Ympäristö ja luonnonvarat
Vesien tilan yksikkö

Taitto: Päivi Niemelä
Kartat: Leena Korte

Kartat:
© SYKE
© ELY-keskukset
© Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10

ISBN 978-952-257-258-5 (PDF)
ISSN-L 1798-8004
ISSN 1798-8012 (verkkojulkaisu)

Julkaisu on saatavana vain verkkojulkaisuna:
<http://www.ely-keskus.fi/varsinais-suomi> > Ajankohtaista > Julkaisut

SISÄLLYS

Alkusanat	5
1 Ainutlaatuinen osa Itämerta	6
2 Merialueen maantiede ja geologia	7
Suuri mantereinen valuma-alue ja saarten sokkelo	7
Syntynyt mannerlaattojen törmäyksestä	8
Suolapitoisuus vaihtelee.....	11
3 Ravinnekuormitus ja muut ongelmat ja uhat	14
Kuormituslähteitä lähellä ja kaukana – vaikutus vaihtelee alueittain	14
Hajakuormitus.....	15
Pistekuormitus	20
Sisäinen kuormitus	25
Hapettomat pohjat ja sedimentin ravinnepitoisuudet	26
Virtaukset kuljettavat ravinteita	28
Saaristomereen laskevien jokien kuormitus	28
Miten jokien kuormitus lasketaan.....	30
Kokonaiskuormituksen muutokset viimeisten parinkymmenen vuoden aikana	33
Muut ongelmat ja uhat.....	36
Vaaralliset tinayhdisteet Saaristomerellä.....	37
4 Ravinteet, plankton ja meren elämä	38
Fosfori ja typpi määräävät rehevyydystason	38
Ravinteiden ja planktonin vuosirytmii.....	38
Mitä, missä ja milloin vedestä mitataan	43
5 Merialueen tilan yleiskatsaus	45
Nykytila	45
Miten veden laatu on muuttunut?.....	45
Vesien ekologinen tila.....	58
Saaristomeren kalakannat	59
6 Osa-alueiden kuormitus ja tila	62
Kustavin-Taivassalon merialue.....	62
Mynälahti	66
Askaistenlahti.....	72
Turun edustan merialue	73
Kaarinan ja Paraisten merialue sekä Paimionlahti ja Paimionselkä.....	78
Halikonlahti.....	83
Keskinen Saaristomeri.....	88
Eteläinen Saaristomeri.....	94
Kaakkoinen Saaristomeri	99
Ahvenanmaan koillinen väli- ja ulkosaaristo	103
Ahvenanmaan itäinen ja kaakkoinen väli- ja ulkosaaristo.....	105
Ahvenanmaan pääsaaren sisä- ja välisaaristo	107
Ahvenanmaan eteläinen, läntinen ja pohjoinen ulkosaaristoalue	108
Tiivistelmä.....	111
Lähteet.....	113
Kuvailulehdet	114



Alkusanat

Varsinais-Suomen rannikon ja Ahvenanmaan rajoittama Saaristomeri on ainutlaatuinen meren ja saarten mosaiikki. Alueen luonto, kulttuuri ja elinkeinot ovat omaleimaisia ja sillä on poikkeuksellisen suuri virkistyskäyttöarvo.

Saaristomeren ekosysteemi on erityisen haavoittuvainen. Sen tila on heikentynyt viimeisten vuosikymmenten aikana ja huolimatta vesiensuojelutoimista meren tilassa ei ole tapahtunut oleellista muutosta parempaan.

Tässä raportissa tarkastellaan Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen kuormitusta ja tilaa ja niissä tapahtuneita muutoksia viime vuosiin saakka. Pääpaino on ravinnekuormituksessa ja veden laadussa, mutta mukana on runsaasti taustatietoa ja mm. katsaus kalakannoista. Edellisen Saaristomeriraportin julkaisusta on kulunut jo reilut toistakymmentä vuotta. Aikaisemmin Saaristomeren ja koko Ahvenanmaan merialueen tilaa ei ole käsitelty näin laajasti samoissa kansissa.

Raportti on toteutettu yhteistyönä Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (Varsinais-Suomen ELY-keskus) ympäristö- ja luonnonvarat –vastuualueen (ent. Lounais-Suomen ympäristökeskus), Ahvenanmaan maakuntahallituksen ja Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen kesken.

Julkaisun kirjoitustyössä ovat olleet mukana Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta Janne Suomela, Harri Helminen ja Asko Sydänoja, Ahvenanmaan maakuntahallituksesta Åsa Hägg, Susanne Vävare ja Mikael Wennström sekä Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksestä Sari Koivunen. Lisäksi kirjoittamiseen ovat osallistuneet Pasi Laihonen Suomen ympäristökeskuksen merikeskuksesta, Joonas Virtasalo Geologian tutkimuskeskuksesta ja Jari Raitaniemi Riista- ja Kalatalouden tutkimuslaitoksesta. Aineiston käsittelyssä ovat avustaneet Kimmo Heikkilä, Noora Palin ja Elisa Vartiainen. Raportin karttakuvat on tehnyt Leena Korte ja toimittamiseen ovat osallistuneet Merja Haliseva-Soila, Nina Myllykoski ja Tapio Saario Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta. Taitosta vastaa Päivi Niemelä Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta.

Raportti julkaistaan sähköisenä. Se on tarkoitettu kaikille merialueemme tilasta kiinnostuneille ja huolestuneille.

1 Ainutlaatuinen osa Itämerta

Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla kulkija kohtaa maiseman ja ihmiset, jotka eivät ole tyypillisintä Suomea. Kasvillisuus on monin paikoin rehevää ja kasvilajisto eksoottisen eteläinen; missään muualla Suomessa ei voi käydä saarnimetsikössä tai ihailla näyttävien kämmekkäkasvien peittämiä laidunmaita. Saariston kulttuuri on sekoitus suomalaista ja ruotsalaista, osaksi myös virolaista vaikutusta. Ahvenanmaalla ja Saaristomerellä asuu ihmisiä meren ympäröimänä kautta vuoden. Meri on voimakkaasti läsnä jokaisen asukkaan elämässä.

Saariston elinkeinot ovat aina olleet moninaiset jo pelkästään siksi, että yhdellä elinkeinolla ihminen ei ole kyennyt elättämään itseään. Perinteiset saariston elinkeinot kalastus, merenkulku ja pienimuotoinen maanviljely sekä karjanhoito ovat saaneet rinnalleen mm. matkailun ja kalankasvatuksen. Saaristolaiset liikkuvat paljon ja saaristossa liikutaan paljon.

Saaristomeri ja Ahvenanmaa muodostavat maapallon runsassaarisimman saariston. Rikkonaiset pinnanmuodot ja matalat suojaisat lahdet vaimentavat merivirtoja ja luovat suotuisat olosuhteet runsaalle vesieliöstölle. Alue toimii suodattimena ja ravinneloukkuna, joka pidättää ja kierrättää veden mukana tulleita ravinteita.

Liiallinen ravinnekuormitus ja sen aiheuttama rehevöityminen on Saaristomereren vakavin ympäristöongelma, johon myös tämä raportti keskittyy. Ravinteet vaikuttavat koko vesiekosysteemiin: lisäävät levien määrää ja leväkukintoja, samentavat vettä, heikentä-

vät pohjan happioloja ja muuttavat pohjaeläimistöä ja kalastoa. Kaikki tämä huonontaa nykyihmisen ehkä tärkeimmäksi kokemaa Saaristomereren ominaisuutta, virkistyskäyttöä.

Saaristomereren ja koko Itämeren huono tila ja suojelun tarve on saanut kansallista ja kansainvälistä huomiota. Itämeren suojelukomissio HELCOM hyväksyi vuonna 2007 Itämeren toimintasuunnitelman (Baltic Sea Action Plan). Ohjelmaan sisältyy useita konkreettisia toimia ja kansallisia ohjelmia maalta tulevan typpi- ja fosforikuormituksen vähentämiseksi. Tavoitteena on Itämeren hyvä ekologinen tila vuoteen 2021 mennessä. EU:n vesipuitedirektiivin tavoitteena on, että pintavedet olisivat hyvässä ekologisessa tilassa vuoteen 2015 tai viimeistään 2027 mennessä. Vesipuitedirektiivin mukaisissa vesienhoitosuunnitelmissa ja toimenpideohjelmissa esitetään konkreettiset tavoitteet ja toimenpiteet vesien tilan parantamiseksi.

Suojelun tehostamiseksi ollaan etsimässä ja on löydettykin uusia näkökulmia. Pro Saaristomeri-ohjelman toiminta käynnistyi jo toistakymmentä vuotta sitten. Valtioiden ja viranomaisten lisäksi suojeluun on tullut mukaan uusia toimijoita kuten säätiöitä. Merensuojelun painoarvon kasvua Suomessa osoittavat valtioneuvoston periaatepäätöksen nojalla laadittu Itämeren suojeluohjelma ja Suomen rannikkostrategia, jonka lähtökohtana on ulottaa merialueen ja rannikoiden suojelu kaikkiin yhteiskunnan toimiin ja kaikille päätöksenteon tasoille. Tuoreimpana ja erityisesti Saaristomerta koskevana on Suomen hallituksen 'Baltic Sea Summit'-kokouksessa helmikuussa 2010 antama sitoumus Saaristomereren tilan parantamiseksi.

Merensuojelussa on tapahtunut viime vuosina paljon, mutta konkreettisempia ja entistä järeämpiä toimia tarvitaan. Niiden toteuttaminen edellyttää vahvaa sitoutumista kaikilla tasoilla ja ennen muuta poliittisessa päätöksenteossa. Vaikka kaikki mahdolliset toimet toteutettaisiin, meren toipuminen kestää kauan, mistä pitävät huolen merialueen sisäinen kuormitus ja peltojen aiemman ylilannoituksen pitkäaikaiset vaikutukset.

Tarkastelualue

Raportissa tarkastellaan Saaristomerta ja koko Ahvenanmaan merialuetta. Saaristomerellä tarkoitetaan tässä merialuetta, joka ulottuu Varsinais-Suomen rannikolta Ahvenanmaan pääsaarelle asti. Idässä rajana on Halikonlahti ja Hangon läntinen selkä, pohjoisessa raja kulkee Kustavin pohjoispuolella Kulluodon tasalla. Pohjoisen Itämeren, Ahvenanmeren ja Selkämeren vastainen raja kulkee lähellä Suomen sisäisten aluevesien ulkorajaa.

2 Merialueen maantiede ja geologia

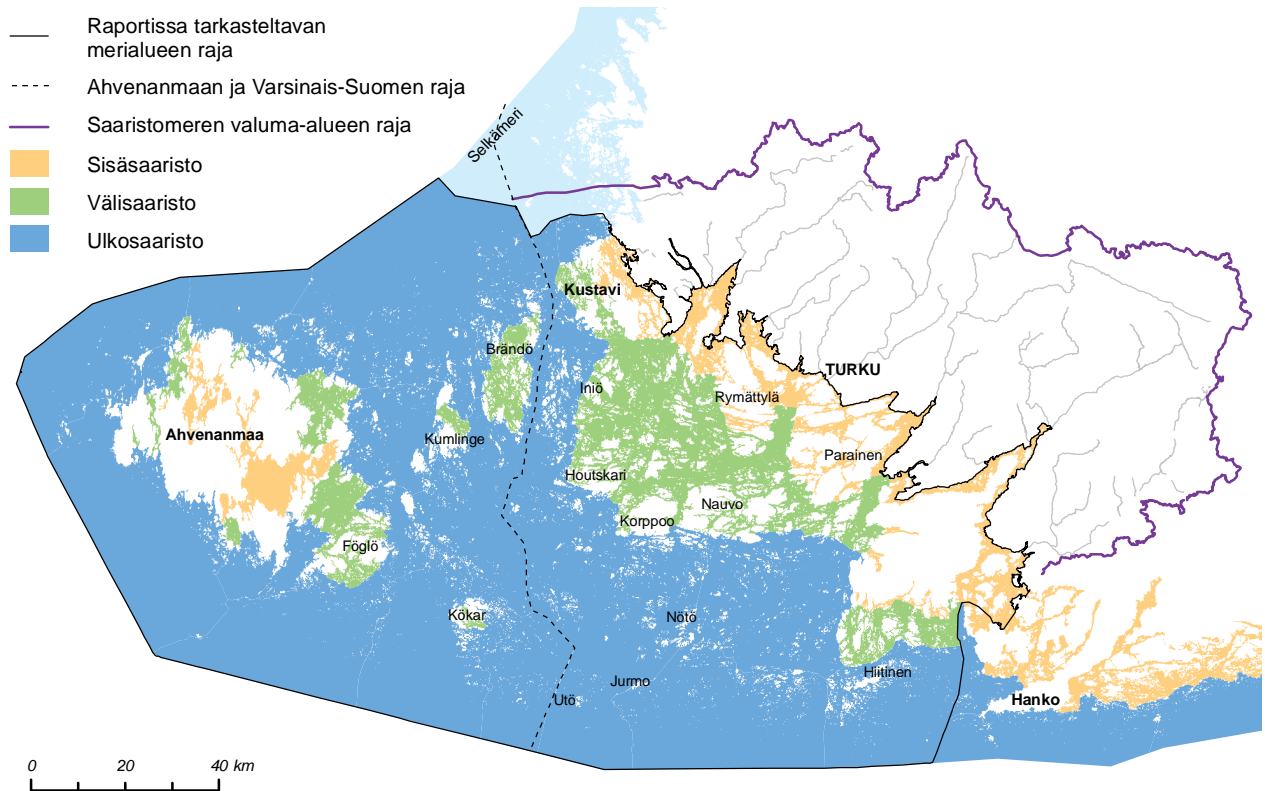
Suuri mantereinen valuma-alue ja saarten sokkelo

Saaristomeren itäraja kulkee Halikonlahden ja Hangon läntisen selän tasalla, etelässä vastassa on pohjoinen Itämeri ja pohjoisessa Selkämeri Kustavin – Uudenkaupungin paikkeilla. Lännessä Saaristomeri ulottuu Ahvenanmaalle saakka. Myös Ahvenanmaan muu merialue on mukana raportissa (kuva 1).

Saaristomeren valuma-alue muodostaa valtaosan Varsinais-Suomesta (kuva 1). Pinta-alaltaan

mantereen valuma-alue on vajaa kolme kertaa Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleisen saariston maapinta-alan kokoinen (taulukko 1). Metsää mannervaluma-alueen maa-alasta on vajaa kaksi kolmasosaa ja peltoa noin kolmannes. Suurin osa mannervaluma-alueelta tulevista vesistä kulkeutuu Saaristomereen jokien kautta.

Saaristomeri on matala. Varsinais-Suomessa meren keskisyvyys on 23 metriä. Ahvenanmaan saaristoalueilla keskisyvyys on samaa luokkaa. Syvyys kasvaa rannikolta avomerelle päin. Saaristomeren syvimät kohdat ovat yli 100 metriä. Ahvenanmaan etelä- ja länsipuolella meri syvenee nopeasti yli 200 metriin.



Kuva 1. Ahvenanmaan merialue, Saaristomeri ja Saaristomeren valuma-alue.

Taulukko I. Tilastotietoja Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleiselta alueelta (valuma-alue ja saaristo) ja Ahvenanmaalta.

	Varsinais-Suomi	Ahvenanmaa
Pinta-ala km ²		
meri	6 188	7 776
saaret	2 283	1 550
mantereen valuma-alue	6 490	
Saarten määrä koon mukaan (kpl)		
1 aari – 1 ha	19 589	22 033
1 ha - 1 km ²	4 604	3 547
1 km ² - 10 km ²	142	84
>10 km ²	28	13
Yhteensä	24 363	25 677
Asukasluku	417 000	27 500

Ilmastoltaan Saaristomeri ja Ahvenanmaa ovat Suomen leudointa aluetta, tammivyöhykettä, missä esiintyy monia eteläisiä ja mereisiä lajeja, joita ei tavata muualla Suomessa. Saaristomerellä on erottavissa vyöhykkeitä, jotka näkyvät maisemassa, meren ominaisuuksissa, kasvillisuudessa ja eläimistössä. Alue jaetaan sisä-, väli- ja ulkosaaristoon. Vyöhykkeisyys on selvää erityisesti mantereen puolella, mutta samat saaristovyöhykkeet on havaittavissa myös Ahvenanmaalla (kuva 1).

Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla on yhteensä yli 50 000 saarta (taulukko 1). Sisäsaaristossa saaret ovat tyypillisesti suuria ja metsäisiä ja niitä erottavat kapeat salmet. Maata on enemmän kuin vettä ja suuret avoimet vesialueet puuttuvat lukuun ottamatta muutamia mantereeseen työntyviä suuria lahtia. Saariston asutus on keskittynyt sisäsaaristoon ja peltoja on monin paikoin runsaasti. Välisaaristossa saaret ovat pienempiä, mutta kuitenkin sisäsaariston tapaan pääasiassa metsäisiä. Joukossa on myös vähäpuustoisia tai puuttomia luotoja. Merta ja maata on jotakuinkin yhtä paljon. Suuria selkävettä on enemmän kuin sisäsaaristossa. Ulkosaaristoa hallitsee meri. Vettä on enemmän kuin maata ja saaret ovat pienempiä kuin sisempänä saaristossa. Metsäisiäkin saaria on, mutta ulompina vallitsevat puuttomat kallioluodot.

Suurin osa Saaristomeren ja Ahvenanmaan rannatavista on kalliota. Alueen kallioperä koostuu Svekofennisen vuorijonopoimutuksen aikana noin 1 900 – 1 800 miljoonaa vuotta sitten kiteytyneistä gneisseistä, amfiboliiteista, gabbroista, dioriiteista, granodioriiteista ja mikrokliniigraniiteista. Ahvenanmaan ja Kökarin alueiden erikoisuus ovat Svekofennisen kallioperän läpi noin 1 580 miljoonaa vuotta sitten työntyneet rapakivigraniitit, jotka

antavat kallioille punertavan värin. Moreenirantoja esiintyy eniten välisaaristossa. Mantereen tuntumassa ja sisäsaaristossa on savi- ja silttirantoja, paikoitellen löytyy myös pieniä hiekkarantoja.

Syntynyt mannerlaattojen törmäyksestä

Saaristomeren kallioperä muodostui mannerlaattojen törmäysten ja poimuttumisen seurauksena 1,9–1,8 miljardia vuotta sitten. Siitä lähtien jatkunut rapautuminen ja kulutus sekä usein toistuneet jääkaudet ovat tasoittaneet alkujaan vuoristaisen kalliopinnan. Saaristomeren kalliopinta on kalteva kohti lounasta, pinnanmuodoiltaan rikkonainen ja alueella on syviä pohjois–etelä- ja itä–länsisuuntaisia murrosvyöhykkeitä.

Sedimentin eli pohjaan laskeutuvista hiukkassista muodostuvan aineksen kerrostuminen Saaristomerellä alkoi, kun Fennoskandian mannerjäätikkö perääntyi alueelta viimeisimmän jääkauden lopulla. Mannerjäätikkö vetäytyi Saaristomeren kaakkoisosista noin 11 600 vuotta sitten. Jäätikkö perääntyi kohti luodetta, ja koko Saaristomeren vapautumiseen jään alta kului 700 vuotta. Perääntyvä jäätikön reuna jätti jälkeensä kalliopaljastumia, moreenia ja jäätikköjokien kerrostamia hiekka–soramudostumia, kuten harjuja ja deltoja. Saaristomerta halkovat Salpausselkä II ja III -reunanmuodostumat syntyivät jäätikön lyhytaikaisten uudelleenetenemisten seurauksena viimeisimmän jääkauden lopun vaihtelevissa ilmasto-olosuhteissa.

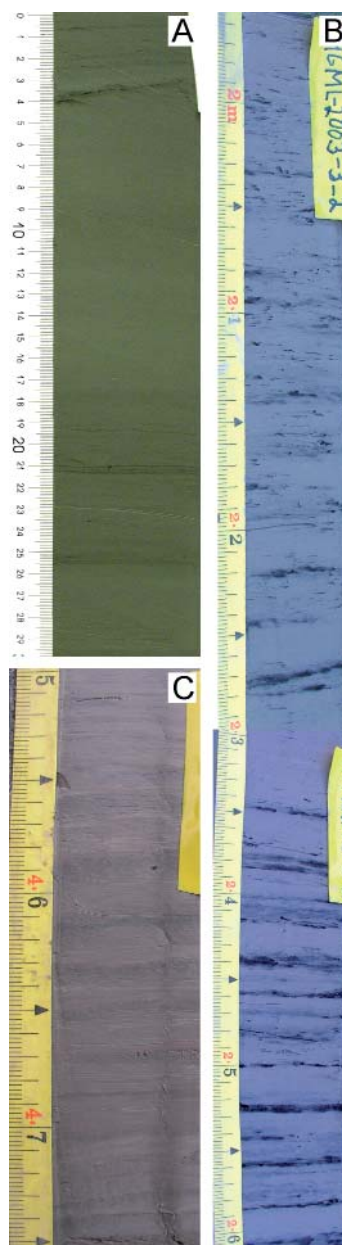
Mannerjäätikön peräännyttyä Saaristomeren alue oli jääjärven peitossa. Jäätikön alta vapautuneelle alustalle kerrostui ruskeanharmaita, lustoisia eli vuosikerrallisia glasiaalisavia, joissa vuorottelevat karkeajakoiset (silttiä ja hiekkaa) kevät- ja kesäkerrokset sekä hienojakoiset (savea) talvikerrokset.

Noin 11 100 vuotta sitten Saaristomerellä myllersi. Mannerjäätikön painon alla kymmeniä metrejä alapäin painunut kallioperä alkoi nytkähdellen kohota alkuperäiselle tasolle. Maankamaran äkilliset liikunnot ja tärähdykset aiheuttivat pystysuuntaisia siirroksia sedimenttikerrostumissa sekä rinteiden luhistumisia. Rinteiltä vyöryvä aines kuljetti mukanaan suuria savikimpaleita muodostaen paikoin yli 15 m paksuja kerrostumia.

Sedimentaatio-olot rauhoittuivat 10 300 vuotta sitten. Silloin elettiin Itämeren Ancyclusjärvivaiheen aikaa. Vedensyvyys Saaristomerellä oli yhä noin 85 metriä nykyistä suurempi ja koko alue oli vedenpinnan alapuolella. Rauhallisissa järviolosuhteissa pohjalle kerrostui paksuna patjana harmaata tasalaatuista savea, jota kirjoavat mustat monosulfidit sekä rikkikiisu- ja markasiittikiteytymät. Eloperäisen aineksen määrä on näissä sedimenteissä suurempi kuin vanhemmissa glasiaalisavissa, mikä kertoo biologisen toiminnan lisääntymisestä vedessä.

Noin 9000 vuotta sitten alkoi Itämeren altaaseen tunkeutua pulsseina suolaista merivettä Atlantilta Tanskan salmien läpi, kun valtameren pinta nousi mannerjäätiköiden sulamisen seurauksena. Suolaisen veden leviäminen kohti Itämeren altaan pohjoisosia oli hidasta. Vasta noin 7800 vuotta sitten veden suolaisuus Saaristomerellä oli kohonnut riittävästi, jotta ensimmäiset mereiset pohjaeläimet saattoivat menestyä.

Noin 7600 vuotta sitten Atlantin kohoava pinta lopulta saavutti tason, joka johti Saaristomerellä järviolosuhteiden muuttumiseen murtovesiolosuhteiksi (Littorinamerivaiheen alku) hyvin lyhyessä ajassa. Vesimassan fysikaalisissa ja kemiallisissa ominaisuuksissa tapahtui suuria muutoksia, minkä ansiosta perustuotanto pintavesissä kasvoi nopeasti ja merenpohjan eläimistö muuttui monimuotoisemmaksi. Lisääntyneen perustuotannon vuoksi merenpohjalle kerrostui aiempaa enemmän eloperäistä ainesta, mikä voimisti hapenkulutusta johtaen happiolosuhteiden heikkenemiseen. Ajalliset vaihtelut merenpohjan happitilanteessa ovatkin olleet tyypillisiä Saaristomerelle aivan nykypäiviin asti.



Kuva 2. Valokuvia Saaristomeren sedimenteistä. A) vihertävänharmaata, murtovedessä kerrostunutta savi- ja silttiliejua, jossa kerralliset ja pohjaeläinten sekoittamat (bioturboituneet) sedimenttiyksiköt vuorottelevat (Nauvo Allomuodostuma / Littorinamerivaihe); B) harmaata, syvässä järvessä kerrostunutta savea, jolle on tyypillistä alaosan mustat monosulfidiraidat sekä yläosan mustat monosulfidi- ja rikkikiisulaukut (Sandön Muodostuma / Ancyclusjärvivaihe); C) ruskeanharmaita, jäätikön reunan edustalla kerrostunutta, vuosikerrallista savea ja silttiä (Dragsfjärd Allomuodostuma / Yoldiamerivaihe).

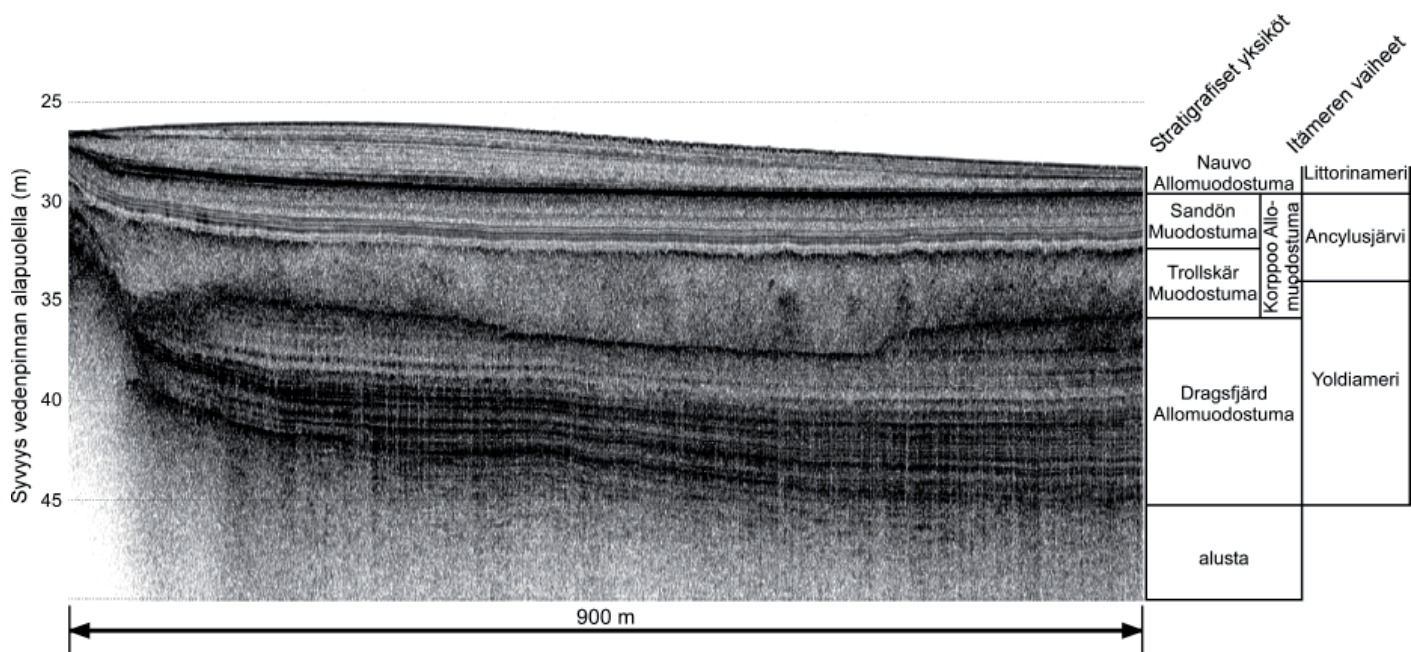
Murtovesivaiheen alkaessa merenpinta oli noin 45 metriä nykyistä korkeammalla. Sitten maankohoaminen on hidastunut, mutta se jatkuu yhä noin neljän millimetrin vuosivauhdilla. Valtamerten pinnan kohoaminen pysähtyi noin 6000 vuotta sitten mannerjäätiköiden voimakkaan sulamisen päättyessä. Viime vuosikymmenten ilmaston lämpenemisestä johtuvalla valtameren pinnan hienoisella kohoamisella ei ole ollut vaikutusta Suomen kohoavalla rannikolla, mutta tulevaisuudessa tilanne voi muuttua.

Saaristomeren nykyistä pohjaa peittävät tavallisesti eloperäispitoiset savi- ja silttiliejut, joita on kerrostunut murtovesivaiheen alusta lähtien. Aallokon ja pohjanläheisten virtausten kulutus on paikoin paljastanut merenpohjasta vanhempia sedimenttejä ja peruskalliota. Merenpohjan vaihtelevaa maisemaa luonnehtivatkin hienojakoisten sedimenttien peittämät laaksot ja siellä täällä pilkistävät kalliokukkulat. Paikoin savi- ja silttiker-

rostumien päällä, erityisesti saarten läheisyydessä, on aallokon ja virtausten vanhemmista sedimenttikerrostumista irrottamaa ja uudelleenkerrostamaa karkeampaa ainesta: silttiä ja hiekkaa.

Peruskallion murrosvyöhykkeet määräävät saariston salmi- ja saariverkoston maisemallisen luonteen. Näihin syvänteisiin ohjautuvat merivirrat vaikuttavat merkittävästi Saaristomeren vedenvaihtoon ja pohjan happitilanteeseen. Saaristomeren morfologiaa kirjoavat myös jäätikön perääntymissuuntaan kerrostuneet pitkittäis- ja poikkitaisharjut sekä erilaiset moreenimuodostumat.

Maankohoaminen on muuttanut saaristoa viimeisten vuosikymmenten aikana huomattavasti. Saaret ovat jatkuvasti kasvaneet, niiden muodot muuttuneet, ja uusia saaria on noussut merestä. Rantaviiva on siirtynyt vähitellen ulommas, vedet ovat madaltuneet ja saaristovyöhykkeet muuttuneet toisikseen.



Kuva 3. Akustinen luotausprofiili itäiseltä Saaristomereltä. Kuvaan on merkitty alueen stratigrafiset sedimenttiyksiköt karkeasti rinnastettuna Itämeren vaiheisiin.

Suolapitoisuus vaihtelee

Koko Itämeren erityispiirteenä on valtameriä selvästi pienempi suolapitoisuus. Itämeren vesi on murtovettä. Alhaiseen suolapitoisuuteen on kaksi perussyytä. Ensinnäkin veden vaihtuvuus Itämeren ja valtameren välillä on rajoittunutta, sillä Pohjanmeren suolaista valtamerivettä pääsee Itämereen vain matalien Tanskan salmien kautta. Toinen syy on se, että Itämerellä on laaja valuma-alue, josta virtaa jatkuvasti makeaa vettä Itämereen. Itämeren suolapitoisuutta lisäävät suolapulssit, jolloin Itämereen virtaa Tanskan salmien kautta lyhyenä aikana runsaasti suolaista merivettä Pohjanmerestä. Suolapulssit ovat epäsäännöllisiä ja viimeisten parin kolmen vuosikymmenen aikana niitä on tullut harvemmin kuin ennen. Ilman suolapulsseja Itämeri muuttuisi vähitellen järveksi. Myös makean veden valunnan määrä ja sen vaihtelu vaikuttavat Itämeren suolapitoisuuteen.

Veden suolapitoisuus on keskeinen kasvi- ja eläinlajien levinneisyyteen vaikuttava tekijä, ja jo pienelläkin muutoksella voi olla suuria vaikutuksia eliöstöön. Useat lajit elävät Itämeressä levinneisyysalueensa ääri rajoilla: merilajeille suolaa on liian vähän mutta makean veden lajeille liikaa. Itämeri on nuori meri ja varsinaisia murtovesilajeja on ehtinyt kehittyä vain niukalti. Lajimäärä onkin huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi Pohjanmeressä ja merilajit ovat kooltaan pienempiä kuin valtamerissä.

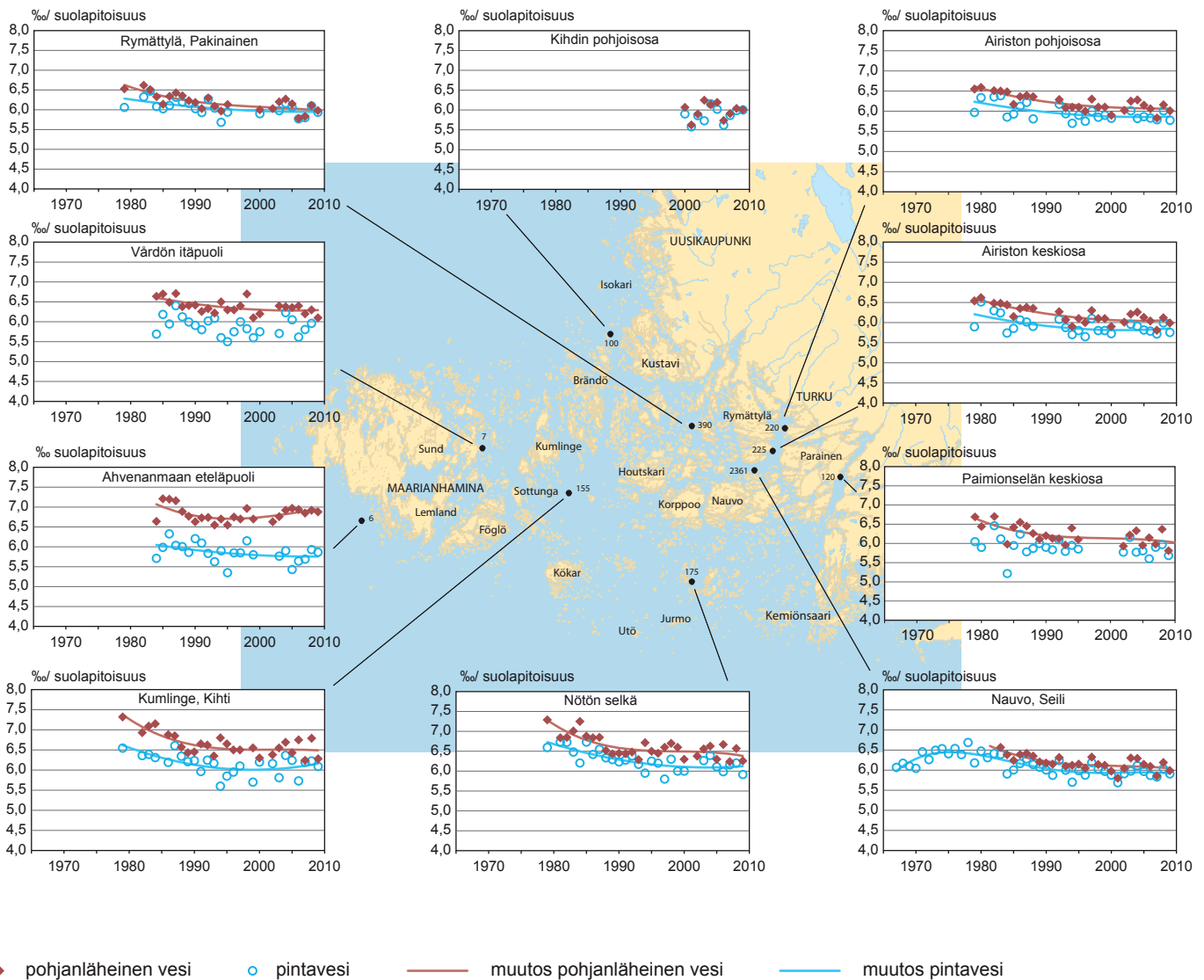
Saaristomeren ja Ahvenanmaan saariston suolapitoisuus vaihtelee alueellisesti, ajallisesti ja syvyyden mukaan. Suolaa on vedessä vähemmän sisäsaaristossa kuin ulkosaaristossa ja suolapitoisuus alenee hieman myös etelästä pohjoiseen.

Alusveden suolapitoisuus on pintavettä korkeampi ympäri vuoden (kuva 4).

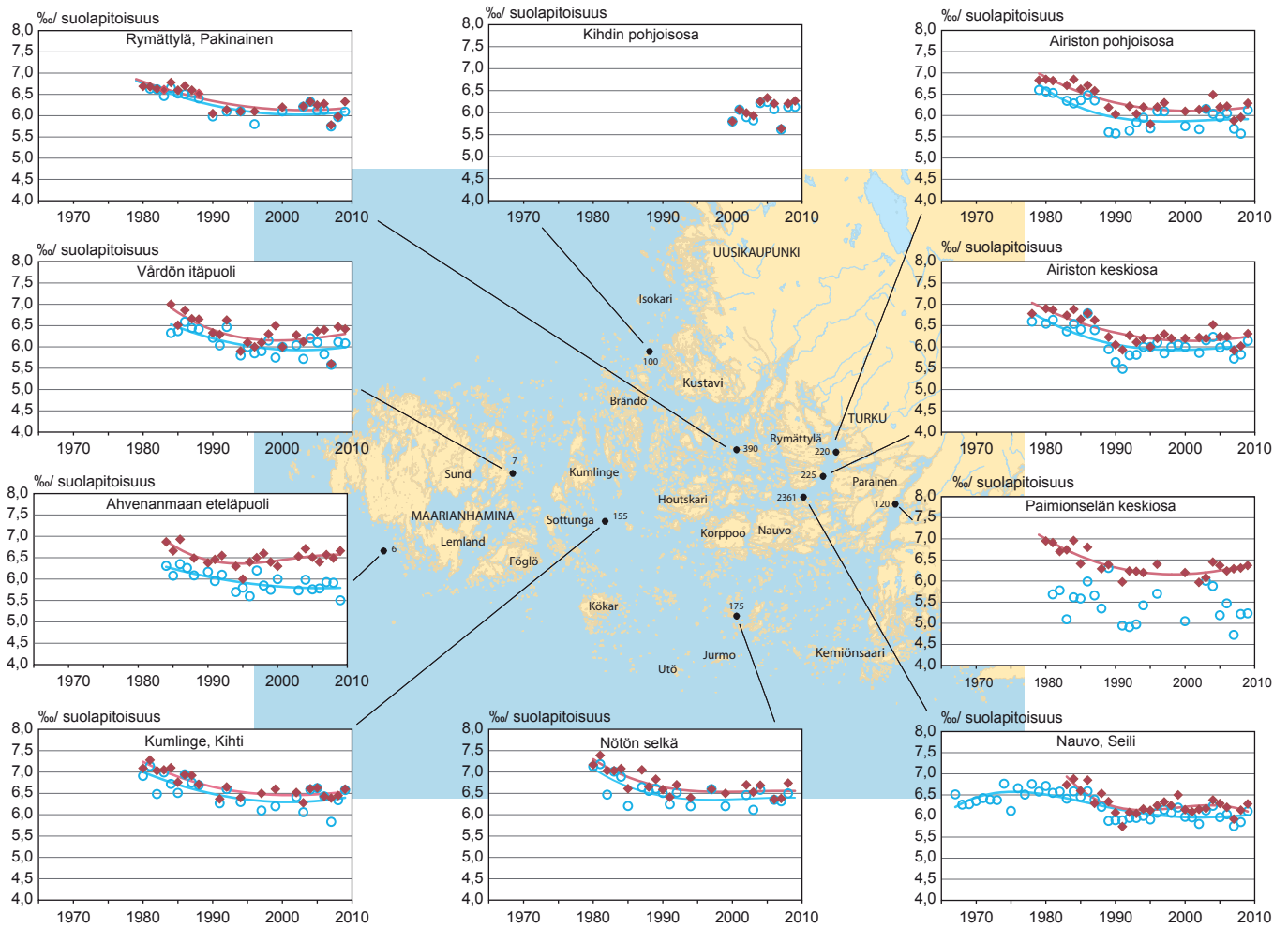
Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen suolapitoisuutta on mitattu usealla paikalla 1980-luvun alusta lähtien. Nauvon Seilissä Merentutkimuslaitos aloitti suolapitoisuuden mittaukset jo 1960-luvulla.

1960-luvun jälkipuoliskolla ja 1970-luvulla suolapitoisuus kohosi (kuva 4, Seili) Itämereen tuolloin tulleiden useiden voimakkaiden suolapulssien vaikutuksesta. Suolapitoisuus oli huipussaan 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa, ja vaihteli tuolloin pintavedessä 5,7 ‰ ja 7,2 ‰ välillä. 1980-luvulla pitoisuus laski suurten suolapulssien puuttuessa. 1990-luvun alkupuolen jälkeen suolapitoisuuden lasku tasaantui, ja sen jälkeen muutokset ovat olleet pieniä (kuva 4). Vuonna 1993 Itämereen tuli voimakas suolapulssi, mutta sen vaikutus ei näkynyt Saaristomerellä. 2000-luvun alkupuolen jälkeen suolapitoisuus on ollut Ahvenanmaan eteläpuolisella merialueella pohjanläheisessä vedessä hieman korkeampi kuin edeltävinä kesinä (kuva 4).

Viime vuosina pintavesikerroksen suolapitoisuus on vaihdellut kesäisin 5,5 ‰ ja 6,4 ‰ välillä ja talvisin 4,7 ‰ ja 6,5 ‰ välillä (kuva 4). Pohjanläheisessä vedessä suolapitoisuus on vaihdellut kesäisin 5,7 ‰ ja 7 ‰ välillä ja talvisin 5,6 ‰ ja 6,7 ‰ välillä. Pitoisuus pienenee 0,2–0,4 ‰ ulkosaaristosta sisäsaaristoon tultaessa. Eräissä rannikon suojaisissa lahdissa, joissa vesi vaihtuu heikosti, suolapitoisuus voi ajoittain olla edellä mainittuja lukuja huomattavasti alhaisempi. Talvella jokivesi voi kulkeutua jään alla pitkälle saaristoon ohuena lähes suolattoman veden kerroksena.



Kuva 4a. Suolapitoisuuden muutos Saaristomerellä ja Ahvenanmaan merialueella pintavesikerroksessa ja pohjanläheisessä vedessä kesällä. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta. Nauvon Seilin aseman tiedot vuosilta 1966 - 1982 perustuvat ent. Merentutkimuslaitoksen aineistoon, muut ympäristöhallinnon aineistoon.



◆ pohjanläheinen vesi ○ pintavesi — muutos pohjanläheinen vesi — muutos pintavesi

Kuva 4b. Suolapitoisuuden muutos Saaristomerellä ja Ahvenanmaan merialueella pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä talvella. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta. Nauvon Seilin aseman tiedot vuosilta 1966 - 1982 perustuvat ent. Merentutkimuslaitoksen aineistoon.

3 Ravinnekuormitus ja muut ongelmat ja uhat

Kuormituslähteitä lähellä ja kaukana – vaikutus vaihtelee alueittain

Vesistöihin tulee ravinteita monista lähteistä. Pistekuormitukseksi kutsutaan yksittäisistä päästölähteistä, kuten yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilta, teollisuuslaitoksista ja kalankasvatustiluksilta peräisin olevia ravinteita. Maa- ja metsätalouden, haja-asutuksen ja ilmalaskeuman aiheuttama kuormitus on puolestaan hajakuormitusta. Hajalähtöistä on myös luonnonhuuhtouma eli se osa ravinteista, joka huuhtoutuu maaperästä vesistöihin ilman ihmistoimintaakin. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan meren ja järvien pohjaan aiemman kuormituksen seurauksena kertyneiden ravinteiden palaamista takaisin veteen ja levien käyttöön.

Merialueelle tulee ravinteita sekä paikallisista lähteistä että ilmavirtausten ja merivirtojen mukana kauempaa. Paikallinen kuormitus on sekä absoluuttisesti että suhteellisesti huomattavasti suurempaa Varsinais-Suomen puoleisella Saaristomerellä kuin Ahvenanmaalla, mikä johtuu Varsinais-Suomen valuma-alueen suuremmasta pinta-alasta, pelto-alasta ja väkimäärästä. Toisaalta Ahvenanmaalla muualta kulkeutuvien ravinteiden osuus on suuri.

Eri kuormituslähteiden vaikutusalueissa ja vaikutusalueiden laajuudessa on eroja. Saaristomeren tulevista ravinteista keskeinen osa on lähtöisin mantereen laajalta valuma-alueelta. Lähes puolet paikallisista kuormituslähteistä peräisin olevasta tyypestä ja fosforista tulee hajakuormituksena kahdeksan joen valuma-alueilta. Vaikka jokien tuoma hajakuormitus kulkeutuukin ajan mittaan laajalle, ovat sen vaikutukset suurimmat rannikon lähellä ja sisäsaaristossa.

Yhdyskuntajätevedet vaikuttavat eniten sisäsaaristossa suurten asutuskeskusten lähivesissä. Kalankasvatus on sekä Saaristomerellä että Ahvenanmaalla keskittynyt väli- ja ulkosaaristoon (kuva

5). Ahvenanmaalla kalankasvatusta on erityisesti itäisessä saaristossa.

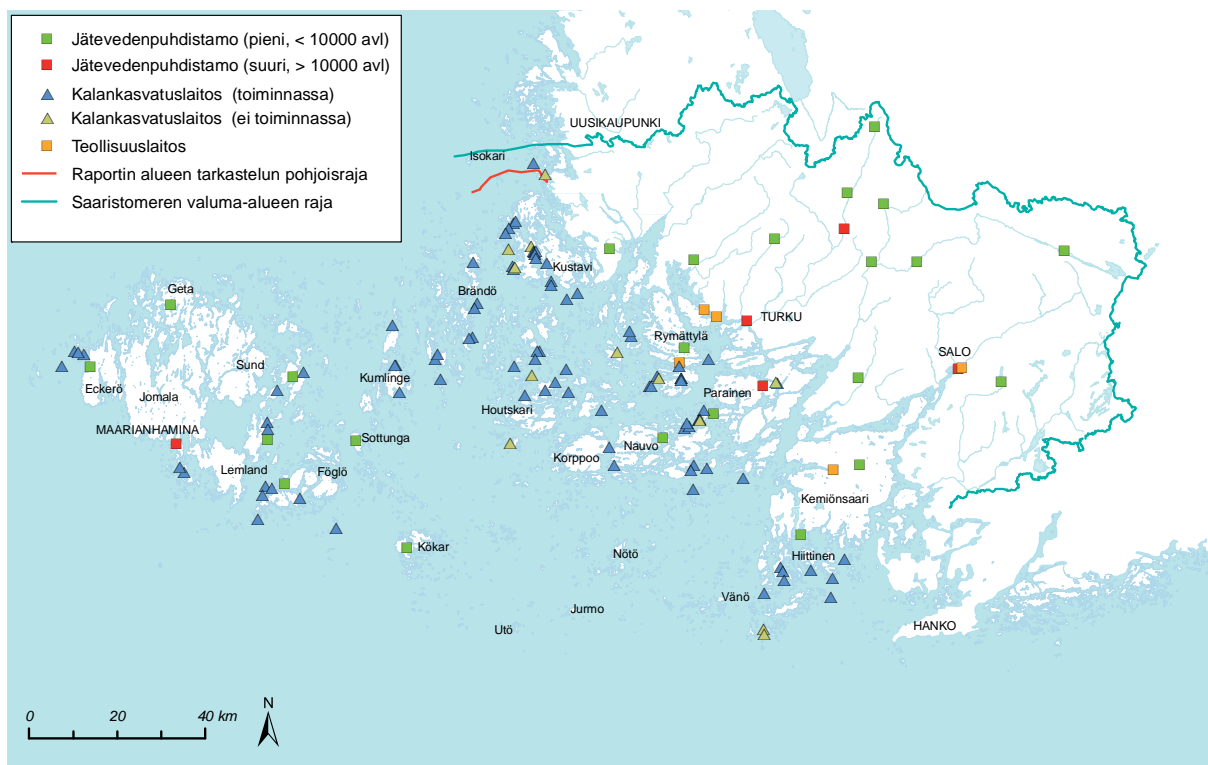
Ahvenanmaan pääsaaren sisälahtia ja paikoin saarten suojaamia vesiä muuallakin kuormittavat maatalous, haja-asutus ja myös sisäinen kuormitus. Monissa lahdissa vesi vaihtuu huonosti, mikä heikentää veden laatua.

Suuri osa ilmalaskeumasta tulee kaukokulkeumana, joskin typpilaskeumasta osa on peräisin paikallisesta maaliikenteestä, vesiliikenteestä ja teollisuudesta. Teollisuuden ja liikenteen ilmapäästöt kuormittavat rannikkokaupunkien ja teollisuuden lähivesiä erityisesti Turun – Naantalinalueella.

Luonnonhuuhtouman lisäksi meren typpimäärää kasvattaa toinenkin luonnollinen tekijä, nimittäin sinilevät. Osa sinilevistä mukaan lukien kaikki Itämerellä runsaimpina esiintyvät lajit kykenee sitomaan ilmakehän tyypeä, mikä myös lisää veden typpimäärää.

Virtausten mukana Suomenlahdelta ja etelämpää Itämereltä kulkeutuu Saaristomerelle merkittävästi ravinteita. Ne rehevöittävät eniten ulkosaaristoa, varsinkin eteläistä Saaristomerta ja Ahvenanmaan eteläisiä ja itäisiä saaristoalueita. Selkämeren läheisyys puolestaan parantaa Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen pohjoisosien tilaa. Virtausten mukana myös poistuu ravinteita, mutta Saaristomerellä tulevien ja merialueelle jäävien ravinteiden määrä on paljon suurempi kuin poistuvien. Tätä taustakuormituksen määrää on arvioitu virtaus- ja vedenlaatumalleilla, joita käsitellään tarkemmin sivulla 28.

Edellä mainittujen virtausten lisäksi ravinteita poistuu merialueelta ja vedestä muitakin teitä. Pohjaan kertyy fosforia ja tyypeä sinne vajoavan kuolleen eloperäisen aineksen mukana ja epäorgaanisiin hiukkasiin sitoutuneena. Osa pohjaan kertyneistä ravinteista tosin palaa takaisin veteen sisäisen kuormituksen vaikutuksesta. Tyypeä poistuu vesiekosysteemistä pohjan sedimentissä tapahtuvan bakteeritoiminnan (denitrifikaatio) vaiku-



Kuva 5. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamojen, kalankasvatuslaitosten ja teollisuuslaitosten sijainti Saaristomerellä, sen valuma-alueella ja Ahvenanmaalla vuonna 2010. Mukana kaikki kalankasvatuslaitokset, teollisuuslaitoksista suurimmat ravinnekuormittajat ja jätevedenpuhdistamoista asukasvastineluvultaan (avl) yli 500 asukkaan puhdistamot (Varsinais-Suomi) tai kaikki jätevedenpuhdistamot (Ahvenanmaa).

tuksesta. Denitrifikaation on arveltu olevan tärkein tyyppiä vesisekosysteemistä poistava prosessi. Kalastus on Saaristomerellä merkittävä elinkeino, ja kalansaalin mukana merestä nousee huomattava määrä fosforia ja tyyppiä.

Hajakuormitus

Maatalous

Maatalous on keskeisin Varsinais-Suomen puoleisen Saaristomeren ravinnekuormittaja. Mereen päätyvästä fosforista 64 % (340 t) ja tyypestä 37 % (3400 t) oli lähtöisin maataloudesta vuosina 2005 - 2009 (kuva 6a). Suuri osa maatalouden kuormituksesta tulee mantereen valuma-alueelta jokien mukana.

Varsinais-Suomessa on Saaristomeren valuma-alueella peltoa 240 000 hehtaaria, kun mukaan luettaan saariston pellot. Tämä on noin 28 % valuma-alueen pinta-alasta. Pellot ovat suurimmaksi osaksi eroosioherkkiä savimaalajeja tai hienoa hietää.

Peltojen määrä vaihtelee vesistöalueittain. Vähiten peltoa (17 %) on Laajoen valuma-alueella ja

eniten Uskelanjoen valuma-alueella, missä peltoprosentti on peräti 43. Saaristossa peltojen osuus on pienin, keskimäärin 13 % maa-alasta. Mantelella pellot keskittyvät usein jokivarsille, missä maa viettää paikoitellen jyrkästi vesistöön. Joki-kuormitusta on käsitelty tarkemmin sivuilla 28-33.

Varsinais-Suomessa viljellään pääosin viljaa, erityisesti vehnää, mutta myös erikoiskasvit ovat tärkeä osa tuotantoa monella tilalla. Varhaisvihanneksen ja -perunan viljely on runsasta varsinkin saaristoalueella. Myös sokerijuurikas on yleinen viljelykasvi. Erikoiskasvit vaativat runsaasti lannoitteita, mistä syystä niiden tuotanto kuormittaa vesistöjä enemmän kuin esimerkiksi viljanviljely. Varhaisviljelyssä aikaisesta sadonkorjuusta johtuva pitkä kasvipeitteetön aika vielä lisää ravinteiden huuhtoumisriskiä.

Suuria kuormittajia ovat myös kotieläintilat. Varsinais-Suomessa on runsaasti varsinkin sika- ja siipikarjatilajoja. Kotieläintilojen kuormituksessa keskeisellä sijalla on pelloille levitettävä lanta, jota monin paikoin syntyy liikaa suhteessa peltojen lannoitustarpeeseen.

Ahvenanmaalla on peltoa vajaa 14 000 hehtaaria, mikä on 9 % maakunnan kokonaispinta-alasta. Pellot sijaitsevat pääosin Ahvenanmaan pääsaaren

sisäosissa. Eniten viljellään erikoiskasveja. Esimerkiksi vuonna 2008 erikoiskasvien (sokerijuurikas, peruna, sipuli, kiinankaali, jäävuorisalaatti) kaupallinen tuotanto oli yhteensä 32 500 tonnia, mutta viljaa kasvatettiin vain 8000 tonnia.

Maanviljelyn ja kotieläintalouden osuus Ahvenanmaan merialueen fosforikuormituksesta on 4 % (4 t) ja typpikuormituksesta 8 % (280 t) (kuva 6b). Kotieläintalouden osuus maatalouden kuormituksesta on pieni. Maatalouden kuormitus on pysynyt samalla tasolla koko 2000-luvun.

Haja-asutus

Haja-asutuksen kuormituksella tarkoitetaan kunnalliseen viemäriverkostoon kuulumattomien haja-asutuksen ja loma-asuntojen jätevesien mukana vesistöön tulevia ravinteita. Viime vuosiin asti haja-asutuksen jätevedet ovat päätyneet vesistöihin yleensä ilman varsinaista puhdistusta ainoastaan sakokaivojen kautta. Vakituksista asunnoista tulee keskimäärin huomattavasti enemmän kuormitusta

kuin loma-asunnoista, sillä loma-asuntojen käyttö on vähäisempää, ja vain pienessä osassa loma-asuntoja on vesijohto ja viemäri.

Vuonna 2004 voimaan astunut ja v. 2011 muuttettu asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla on kuitenkin vähentänyt haja-asutuksen kuormitusta ja tulee vähentämään sitä edelleen. Uusitun asetuksen mukaan kiinteistöjen tulee täyttää puhdistusvaatimukset v. 2016 mennessä.

Saaristomeren mantereen valuma-alueella on noin 21 000 kunnalliseen viemäriverkostoon kuulumatonta vakinaista asuntoa ja 12 000 loma-asuntoa. Varsinais-Suomen puoleisella Saaristomerellä kunnalliseen viemäriverkostoon kuulumattomia vakinaisia asuntoja on noin 6800 ja vapaa-ajan asuntoja 22 000. Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleiselle merialueelle päätyvästä fosforista 7 % (35 tonnia) ja typestä 2 % (220 tonnia) on lähtöisin haja-asutuksesta (kuva 6a).

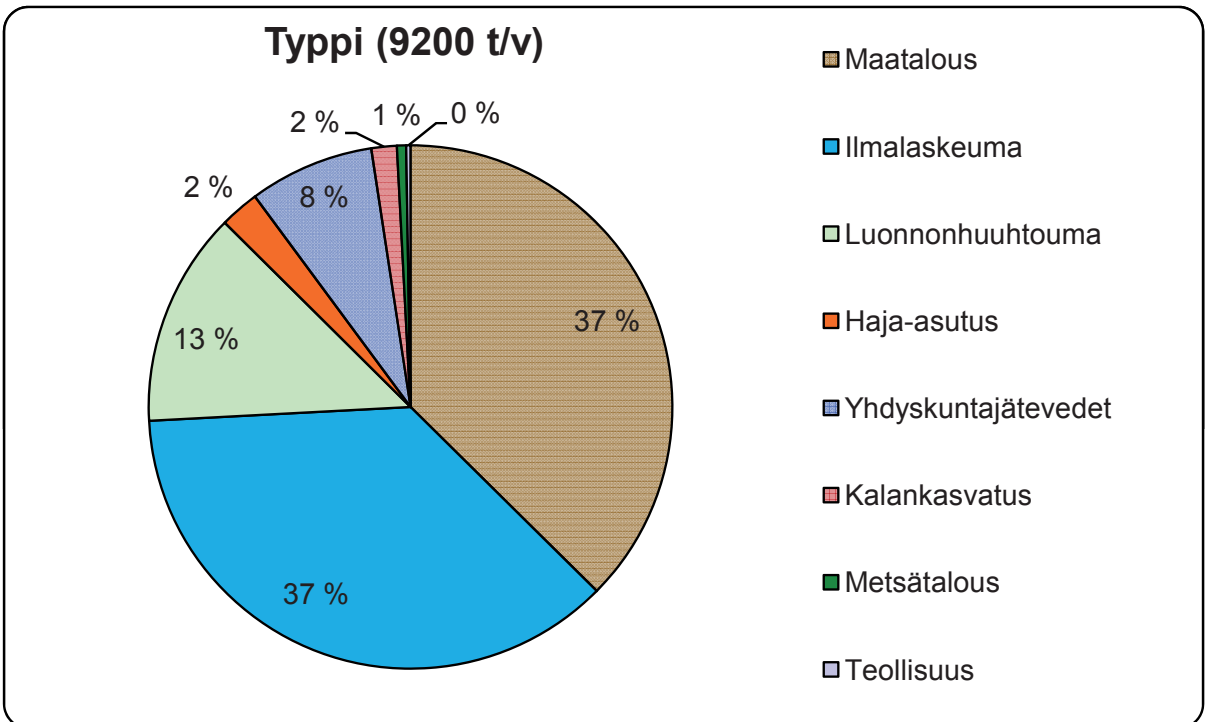
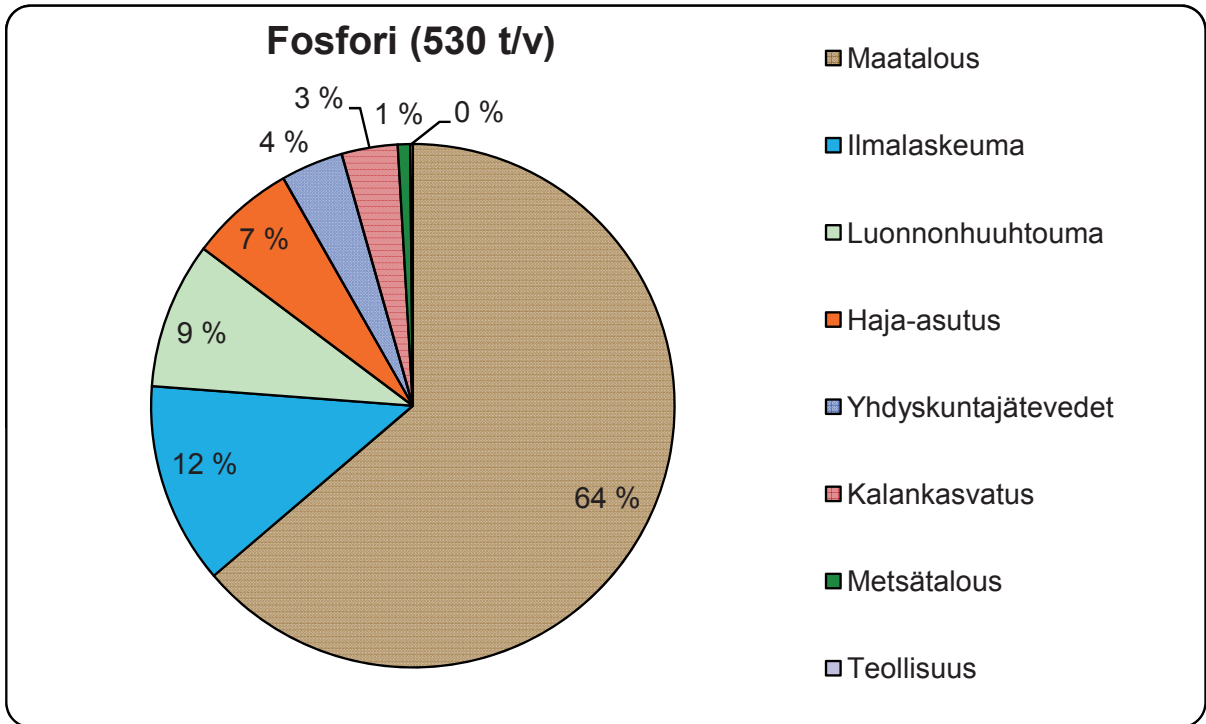
Maatalouden vesistökuormituksen ratkaisu on Saaristomeren kohtalonkysymys

Keskeinen työväline maatalouden ravinnekuormituksen vähentämisessä on maatalouden ympäristötukijärjestelmä. Ympäristötuki koostuu kaikille viljelijöille tarkoitetuista perustoimenpiteistä ja tilakohtaisesti valittavista lisätoimenpiteistä, sekä vapaaehtoisista erityistuista. Ympäristötukeen sitoutuneiden tilojen on noudatettava peltokasvien lannoituksessa enimmäisrajoja, joihin vaikuttavat mm. viljeltävä kasvi, maalaji ja viljavuusluokka. Muita ympäristötukeen sisältyviä toimenpiteitä ovat mm. peltojen suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito, valumavesien ravinteita pidättävien kosteikkojen perustaminen ja peltojen pitäminen talvella kasvipeitteisenä. Varsinais-Suomen pelloista yli 90 % on mukana ympäristötukijärjestelmässä.

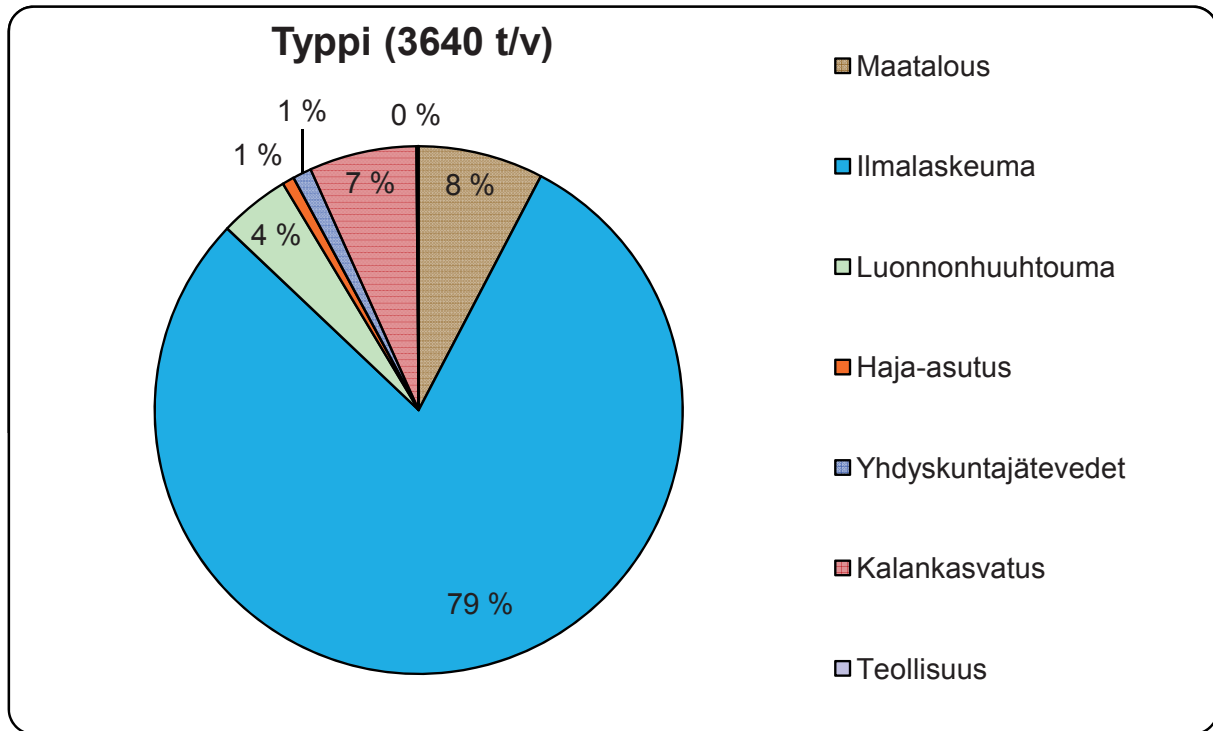
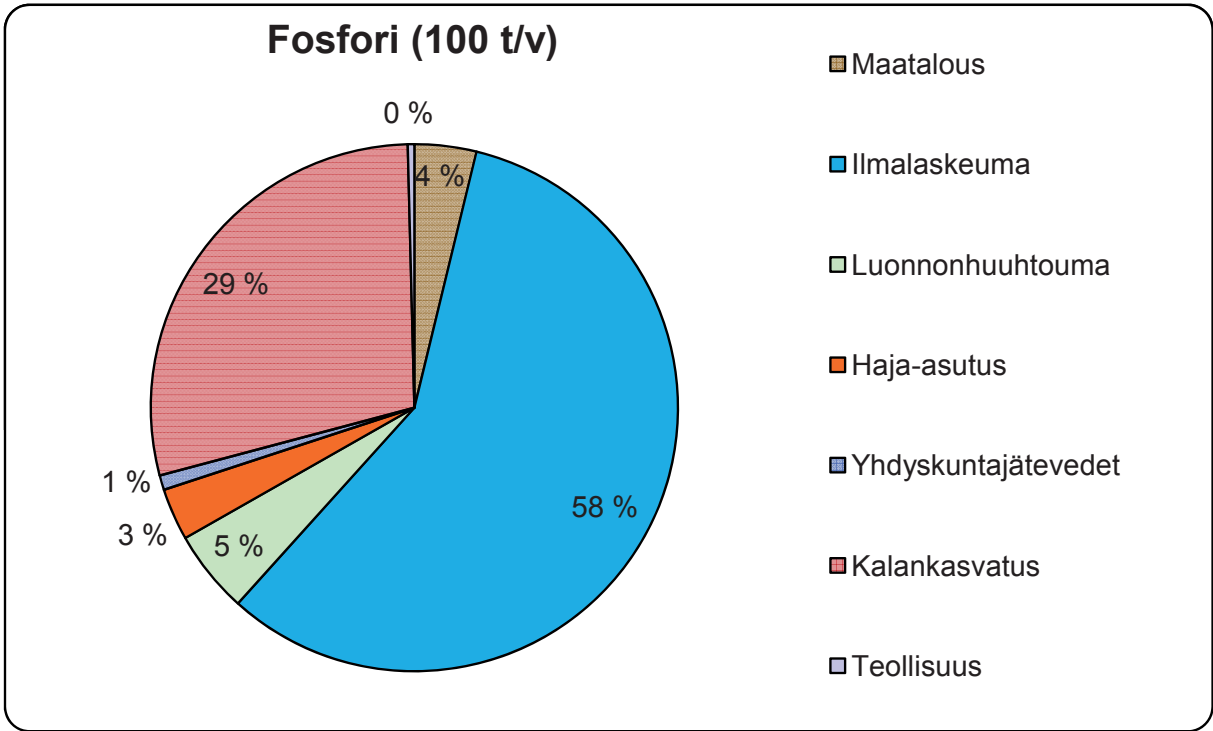
Maatalouden fosfori- ja typpikuormitus Saaristomereen ei ole toistaiseksi kuitenkaan olennaisesti vähentynyt. Yhtenä syynä on viive toimenpiteiden vaikuttavuudessa, mikä näkyy erityisesti peltojen fosforitilassa. Vaikka fosforilannoitteiden käyttö on vähentynyt alle kolmannekseen 1990-luvun alkuun verrattuna, ei sillä ole ollut merkittävää vaikutusta peltojen fosforitilaan. Fosforiluvut ovat vieläkin monin paikoin korkeita aikaisemmasta ylilannoituksesta johtuen, minkä takia fosforia huuhtoutuu pelloilta edelleen runsaasti.

Varsinais-Suomessa maatalouden kuormitusta lisää myös runsas kotieläintuotanto ja varsinkin kotieläintilojen epätasainen jakautuminen. Kotieläintiloilla ja erityisesti kotieläintuotannon keskittymäalueilla lantaa syntyy enemmän kuin sitä tarvitaan peltojen lannoittamiseen, mikä voi johtaa siihen, että lantaa ja ravinteita levitetään pelloille liikaa. Ongelmana on erityisesti fosfori, jota lannassa on ylimäärin suhteessa tyyppeen. Kasvinviljelyalueilla ja kasvinviljelytiloilla taas joudutaan käyttämään pääasiassa keinolannoitteita, koska lannan kuljettaminen kotieläintiloilta on kannattavaa vain lyhyen matkan päähän. Saaristomeren valuma-alueella suurimmat kotieläinkestittymät ovat Vehmaalla, Taivassalossa ja Oripäässä.

Peltoviljelyn ja kotieläintalouden kuormituksen tuntuva vähentäminen edellyttää entistä tehokkaampia toimia, jotka tulee kohdistaa erityisesti eniten kuormittaville alueille. Näitä toimia ovat peltomaan vesitalouden ja rakenteen parantaminen, lannoitteiden käytön optimointi, peltojen korkean fosforitilan alentaminen ja peltojen talviaikaisen kasvipeitteisyyden huomattava lisääminen, erityistoimien soveltaminen jyrkillä rantapelloilla ja ravinteiden kierrätyksen sekä kotieläinlannan ravinteiden hyödyntämisen huomattava tehostaminen. Lannan prosessointi helpommin ja taloudellisemmin kuljetettavaan muotoon on ratkaistava pikaisesti. Tilakohtaista ympäristösuunnittelua ja neuvontaa tulee myös lisätä huomattavasti.



Kuva 6a. Eri kuormituslähteiden ja luonnonhuuhtouman keskimääräiset osuudet fosfori- ja typpikuormituksesta vuosina 2005 – 2009 Varsinais-Suomen puoleisella Saaristomerellä. Mukana ei ole virtausten mukana tulevia ravinteita eikä sisäistä kuormitusta.



Kuva 6b. Eri kuormituslähteiden ja luonnonhuuhtoutuman keskimääräiset osuudet fosfori- ja typpikuormituksesta vuosina 2005 – 2009 Ahvenanmaan merialueella. Mukana ei ole virtausten mukana tulevia ravinteita eikä sisäistä kuormitusta.

Ahvenanmaan maaseudulla on noin 4000 vakinaista asuntoa, jotka eivät ole kunnallisen viemäriverkoston piirissä. Jossain määrin on käytössä kiinteistökohtaisia puhdistamoja ja muita vesiensuojeluratkaisuja, mutta merkittävästä osasta kiinteistöjä asianmukainen puhdistus puuttuu. Viemäriverkostoon kuulumattomia vapaa-ajan asuntoja on Ahvenanmaalla 4500. Ahvenanmaan merialueelle päätyvästä fosforista arviolta 3 % (3,2 tonnia) ja typestä alle 1 % (27 tonnia) on lähtöisin haja-asutuksesta (kuva 6b).

Metsätalous

Suurin osa Saaristomeren ja Ahvenanmaan valuma-alueen maapinta-alasta on metsää. Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleisella valuma-alueella (mukaan lukien saaristo) on metsätalousmaata maa-alasta 70 % (588 000 ha). Pinta-alaan sisältyvät myös kitu- ja joutomaa.

Ahvenanmaan maa-alueesta metsätalousmaata on 81 % (125 500 ha). Kitu- ja joutomaan osuus on verrattain korkea.

Metsätalouden toimenpiteistä vesistöjä kuormittavat eniten avohakkuut, maanmuokkaus ja ojitus, jotka lisäävät ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumista ja kulkeutumista vesistöihin. Metsien lannoitus on ollut viime vuosina pientä ja myös sen vaikutukset vähäisiä. Mikäli lannoitus lisääntyy, myös ravinteiden huuhtoutuminen kasvaa.

Kaiken kaikkiaan metsätalouden osuus Saaristomereen tulevista ravinteista on pieni. Varsinais-Suomen puoleisen Saaristomeren kokonaiskuormituksesta se on alle prosentin (4 tonnia) (kuva 6a). Ahvenanmaalla ei metsätalouden kuormitusta ole arvioitu, mutta sielläkin se on todennäköisesti vähäinen.

Ilma

Mereen kertyy ravinteita myös suoraan ilmasta saateen ja pölyn mukana. Suuri osa Ahvenanmaalle ja Saaristomerelle tulevasta ilmalaskeumasta on peräisin muualta Euroopasta. Tämä kaukokulkeuma sisältää sekä typpeä että fosforia. Varsinkin typpeä tulee myös paikallisista lähteistä; teollisuuden polttoprosesseista, maaliikenteestä ja vesiliikenteen pakokaasuista.

Ilmasta suoraan mereen laskeutuvat ravinteet kertyvät mereen kokonaisuudessaan. Maa-alueilla ilmalaskeuman ravinteet suodattuvat maaperän ja kasvillisuuden kautta, joten vain osa ravinteista kulkeutuu vesistöihin ja lopulta mereen.

Ilman kautta suoraan mereen tuleva vuosittainen fosforilaskeuma oli Varsinais-Suomen puoleisella Saaristomerellä vuosina 2004 – 2008 kes-

Miten ilmalaskeuma on laskettu

Tämän julkaisun laskelmat ilmalaskeuman suuruudesta perustuvat laskeumasta mitattuihin ravinemääriin. Saaristomeren kuormituksen laskennassa on käytetty Hangon Tvärminnen, Jokioisten ja Kokemäen Peipohjan mittausasemien tuloksia. Ahvenanmaalla ilmalaskeumaa mitattiin aikaisemmin Sundin Gutturpissa, mutta mittaukset lopetettiin vuonna 2003, mistä syystä viime vuosien ilmakuormitus on jouduttu arvioimaan sademäärien ja muiden alueiden laskeumatietojen perusteella.

kimäärin 10,6 kg/km² ja typpilaskeuma 535 kg/km². Näiden laskeuma-arvojen perusteella kohdistui Varsinais-Suomen merialueelle ilman kautta vuosittain keskimäärin 65 tonnin fosforikuormitus ja 3 300 tonnin typpikuormitus. Fosforin osuus kokonaiskuormituksesta oli 12 % ja typen osuus 37 % (kuva 6a).

Ilmalaskeuman määrä on vähentynyt 10 - 15 vuodessa jonkin verran, sillä vuosina 1990 - 1995 fosforilaskeuma oli keskimäärin 12,9 kg/km² ja typpilaskeuma 678 kg/km² vuodessa. Osa vähentymisestä saattaa tosin selittyä vuonna 1998 tehdyillä mittaustavan muutoksilla.

Ahvenanmaalla ilmalaskeuman osuus ravinnekuormasta on merkittävä johtuen merialueen laajuudesta. Fosforin osalta ilmalaskeuma on jonkin verran suurempi kuin muu kuormitus yhteensä. Typen kuormituksesta tulee ilman kautta lähes 80 %. Vuosittaisen ilmalaskeuman on arvioitu olleen Ahvenanmaan merialueella 58 tonnia fosforia ja 2900 tonnia typpeä vuosina 2005 – 2009 (kuva 6b).

Ilmatieteen laitoksen laivaliikenteen päästölaskentajärjestelmän perusteella Saaristomerelle ja Ahvenanmaan merialueelle tuli laivojen pakokaasuista yhteensä 3200 tonnia typpeä vuonna 2009. Koko Itämeren koskevan tutkimuksen mukaan valtaosa laivojen pakokaasujen tyypestä kulkeutuu alueen ulkopuolelle, ja arviolta vain 10 % laskeutuu suoraan mereen. Mikäli mereen laskeutuva osuus on Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla samaa luokkaa, olisi laivojen pakokaasujen osuus typpikuormituksesta joitakin prosentteja. Koska asiaa ei ole täällä selvitetty, ei laivojen pakokaasuista tulevaa typpeä ole otettu mukaan kuvan 6 kuormituspiirakoihin.

Muut ihmistoiminnot

Mereen tulee kuormitusta myös mm. veneilystä, vesien ja rantojen muusta virkistyskäytöstä ja hule-vesien mukana. Niiden kuormitusta on vaikea arvioida luotettavasti, mutta se on joka tapauksessa oleellisesti pienempi kuin useimpien edellä mainittujen kuormituslähteiden.

Veneissä, joissa on vesikäymälä, tulee olla septic-tankki, johon käymäläjätevedet johdetaan. Septic-tankkia ei saa tyhjentää mereen, mikäli etäisyys lähimmästä rannasta on alle 12 meripeninkulmaa. Periaatteessa venekäymälöistä ei siis pitäisi tulla ravinnekuormitusta Saaristomereen ja Ahvenanmaan merialueelle, mutta käytännössä tilanne voi olla toinen. Suomen vesillä liikkuu paljon myös ulkolaisia veneitä, joissa jätevesiasiat eivät todennäköisesti ole yhtä hyvin järjestetty kuin suomalaisissa veneissä. Veneiden tiskivedet ja muut harmaat jätevedet kuormittavat merta erityisesti vierasvene- ja luonnonsatamissa.

Veneistä tulee pakokaasujen mukana typpeä kuten laivoistakin. Suomen koko vesiliikenteen typpipäästöistä huviveneiden typpipäästöt muodostavat muutaman prosentin. Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla huviveneiden typpipäästöjen suhteellinen osuus voi olla kuitenkin suurempi, koska veneily on alueella vilkasta.

Hulevesillä tarkoitetaan rakennetuilta alueilta kuten teiltä, kaduilta, rakennusten katoilta, pysäköinti- ja varastointialueilta vesistöihin johdettavaa sade- tai sulamisvettä. Hulevesien mukana vesistöihin joutuu ilmasta ja muuten tulleita ravinteita sekä myrkyllisiä ja haitallisia aineita. Ravinteiden kokonaiskuormituksen kannalta hulevesien merkitys on pieni.

Vesiliikenne lisää rantojen eroosiota ja pahimmillaan on tehty havaintoja rantaviivan vetäytymisestä toistakymmentä metriä. Samalla rantavyöhykkeessä liettyminen ja kiintoaineen irtoaminen pohjasta lisääntyy, millä on haitallisia vaikutuksia kalojen, erityisesti silakan, lisääntymisalueille.

Luonnonhuuhtouma

Luonnonhuuhtoumalla tarkoitetaan maa-alueilta vesistöihin kulkeutuvia ravinteita, jotka huuhtoutuvat maaperästä luontaisesti ilman ihmisen toiminnan vaikutusta. Nykyisin käytännössä kaikilta alueilta tulee kuitenkin myös ihmisen aiheuttamaa kuormitusta ja luonnonhuuhtouma muodostaa vain osan maaperästä huuhtoutuvasta fosforista ja typeestä. Niiltäkin alueilta, joilla ei ole lainkaan ihmistoimintaa, huuhtoutuu ainakin jonkin verran ihmiskaskeuman mukana tulleita ravinteita.

Varsinais-Suomen puoleiseen Saaristomereen luonnonhuuhtoumana tulleiden ravinteiden määräksi on arvioitu keskimäärin 48 t fosforia ja 1200 t typpeä vuodessa vuosina 2005 – 2009. Tämä on fosforin osalta 9 % ja typen osalta 13 % merialueen kuormituksen kokonaismäärästä (kuva 6a).

Ahvenanmaan merialueen vuosittainen luonnonhuuhtoutuma on arviolta keskimäärin 5 tonnia fosforia ja 157 tonnia typpeä, mikä on 4 – 5 % niiden kokonaiskuormituksesta (kuva 6b).

Pistekuormitus

Yhdyskuntien jätevedet

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoista on viime vuosina johdettu käsiteltyjen jätevesien mukana Varsinais-Suomen puoleiseen Saaristomereen ja sen valuma-alueen jokiin vuosittain keskimäärin 20 tonnia fosforia ja 700 tonnia typpeä. Mereen tulevasta fosforikuormituksesta tämä on 4 % ja typpikuormituksesta 8 % (kuva 6a). Jätevesien fosforikuormitus on vähentynyt kuudesosaan 1970-luvun puolivälistä. Typpikuormitus on puolestaan 2000-luvulla pienentynyt kymmeniä prosentteja jätevesien typenpuhdistuksen tehostuttua (kuva 7).

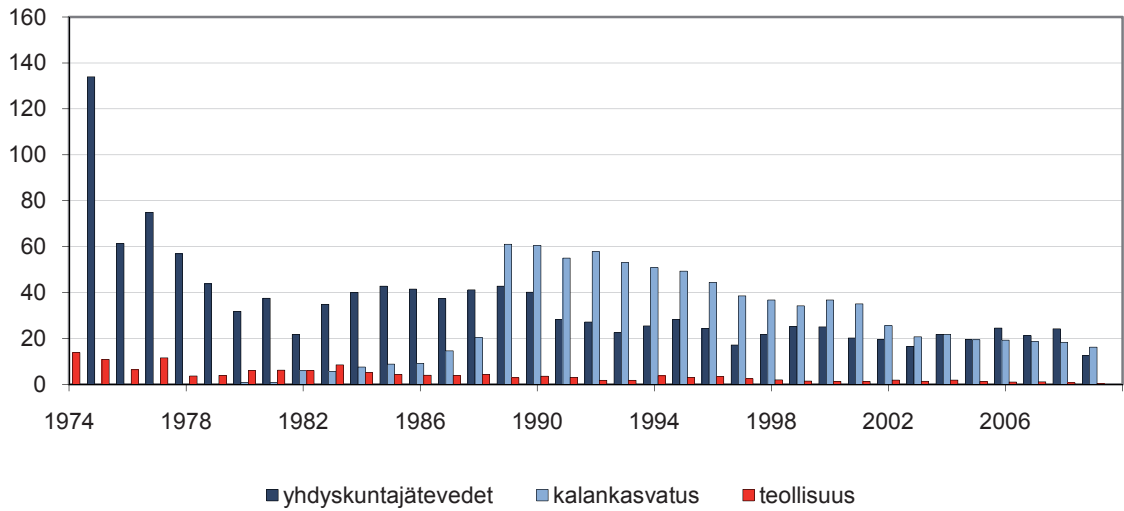
Ahvenanmaalla yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden yhteenlaskettu vuosikuormitus on ollut keskimäärin 0,9 tonnia fosforia ja 42 tonnia typpeä vuosina 2005 – 2009. Yhdyskuntajätevesien osuus mereen päätyvistä ravinteista on molempien ravinteiden osalta 1 % luokkaa (kuva 6b). Myös Ahvenanmaalla jätevesikuormitus on vähentynyt (kuva 8).

Yhdyskuntajätevedet rehevöittävät eniten asutuskeskusten lähivesiä. Varsinais-Suomen rannikkovesien jätevesikuormitus on suurinta Turun edustalla ja Halikonlahden pohjukassa. Ahvenanmaalla suurin jätevesikuormitus kohdistuu Maarianhaminan edustan Svibyvikeniin. Se on tosin kertaluokkaa pienempi kuin esim. Kakolanmäen puhdistamon kuormitus Turussa.

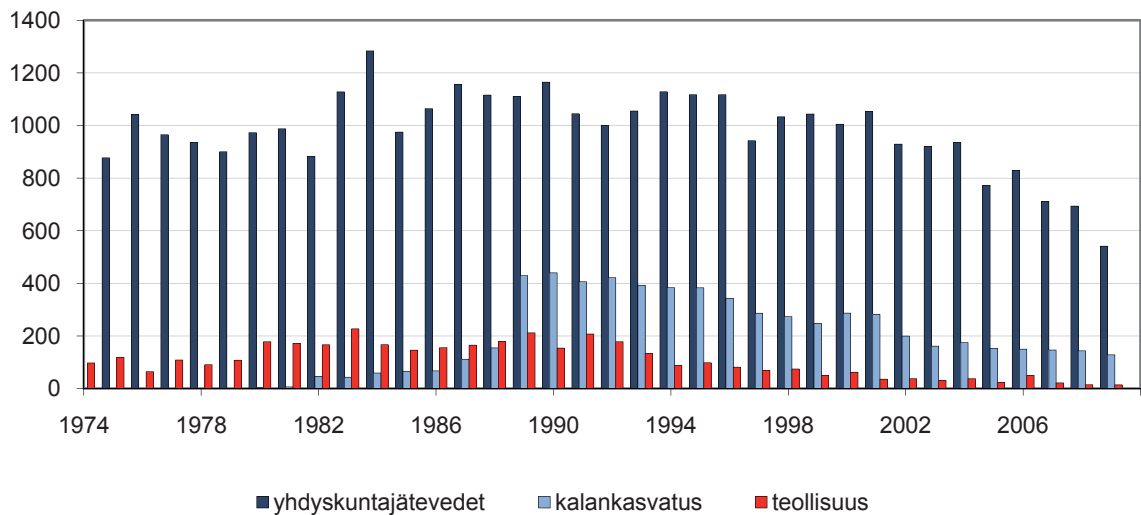
Jätevesien vaikutukset korostuvat vähäsaateisina aikoina, jolloin maatalouden kuormitus on yleensä alimmillaan. Tällöin myös pienempien puhdistamoiden kuormitus on usein selvästi havaittavissa.

Jätevedenpuhdistamoja ryhdyttiin rakentamaan 1960-luvulla. Alkuvaiheessa puhdistamot poistivat jätevesistä pääasiassa kiintoainesta ja orgaanista kuormitusta. Fosforin saostus aloitettiin 1970-luvulla, jolloin jätevesien mukana vesistöihin päätyvän fosforin määrät vähenivät olennaisesti. Kuormitus pieni huomattavasti varsinkin 1970-luvun

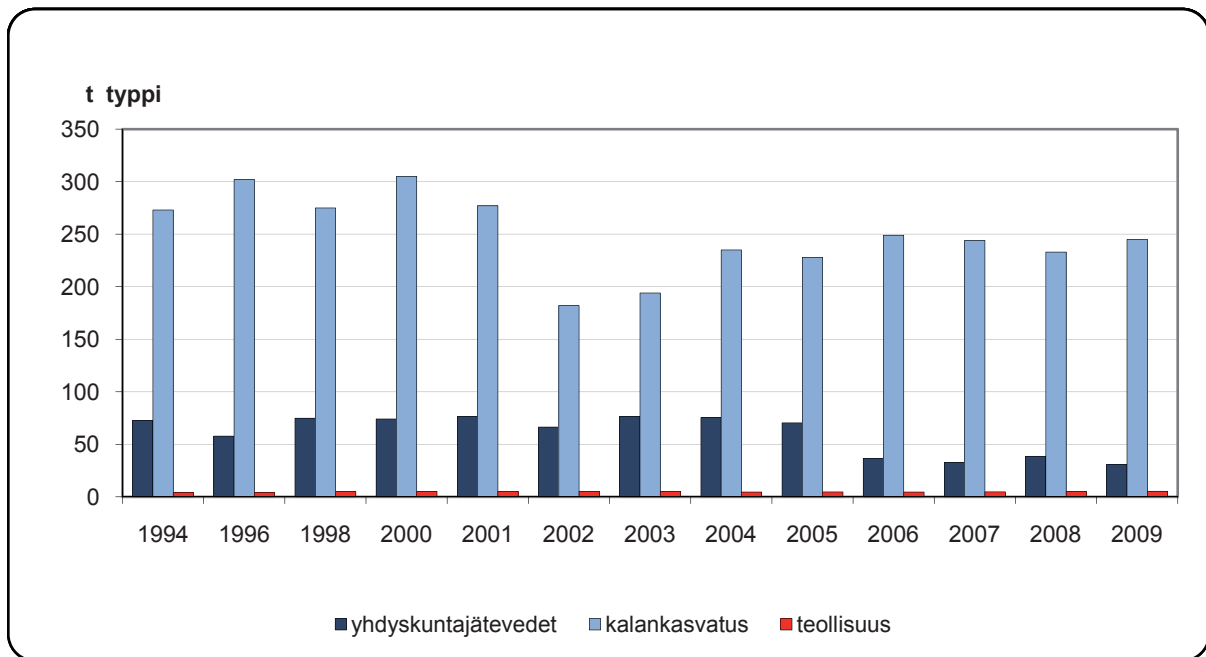
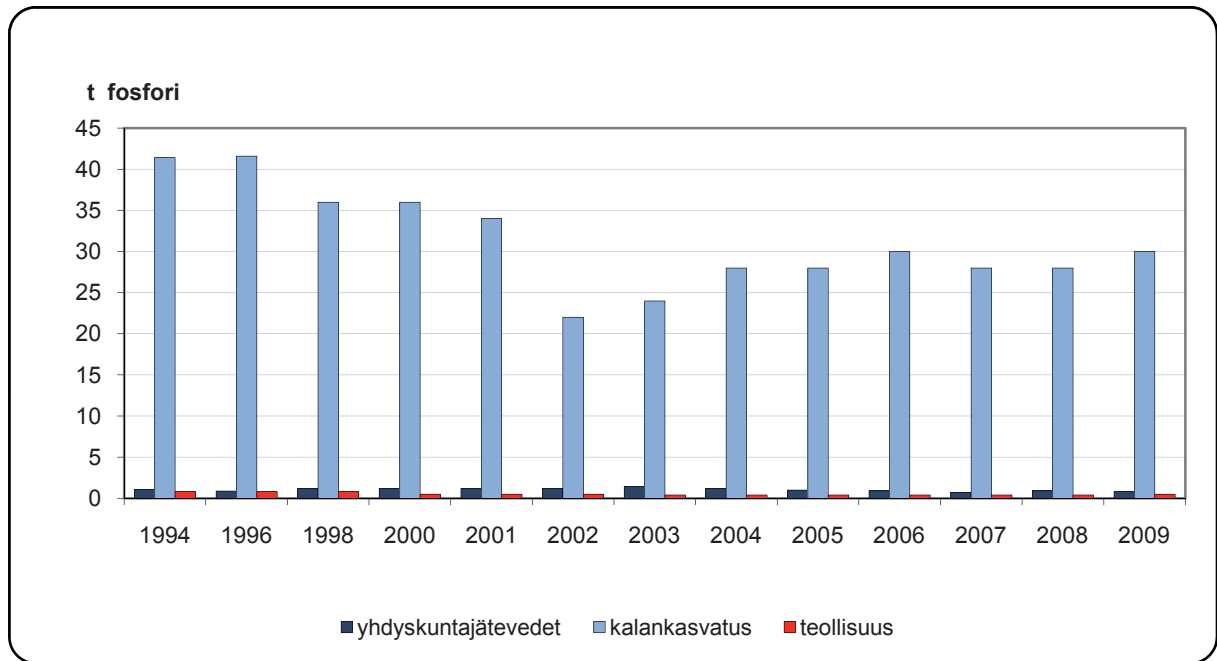
t fosfori



t typpi



Kuva 7. Varsinais-Suomen puoleisen Saaristomeren ja sen valuma-alueen jätevedenpuhdistamojen, teollisuuslaitosten ja kalankasvatuslaitosten vuosittainen fosfori- ja typpikuormitus vuosina 1974 - 2009. Pitoisuusasteikko eri kuin kuvassa 8.



Kuva 8. Ahvenanmaan ja sen merialueen jätevedenpuhdistamojen, teollisuuslaitosten ja kalankasvatuslaitosten vuosittainen fosfori- ja typpikuormitus vuosina 1994 - 2009. Pitoisuusasteikko eri kuin kuvassa 7.

jälkipuoliskolla ja 1980-luvun alussa, jolloin useita uusia puhdistamoja otettiin käyttöön (kuva 7). 1980-luvun alussa fosforin keskimääräinen puhdistusteho oli Lounais-Suomen puhdistamoilla jo yli 85 %. Vuonna 2009 Saaristomeren ja sen valuma-alueen yhdyskuntien puhdistamojen fosforin puhdistuksen kokonaisteho oli 95 %. Parhaimmilla puhdistamoilla saadaan poistettua nykyään 98 % fosforista.

Jätevesien sisältämän typen vähenemä puhdistamoissa perustui aikaisemmin pääasiassa siihen, että osa jäteveden tyyppistä sitoutui puhdistamolta poistettavaan lietteeseen. Tyyppiä poistui puhdistamoissa vain 30–40 % eli huomattavasti vähemmän kuin fosforia. Typen puhdistusteho on parantunut vasta 2000-luvulla vaatimusten kiristyttyä ja puhdistusprosessien kehittyttyä. Nykyään yli 10 000 asukkaan jätevedenpuhdistamoilla typen puhdistustehon on oltava vähintään 70 %, mikä onkin saavutettu lähes kaikilla Saaristomeren valuma-alueen tämän kokoluokan puhdistamoilla. Turun Seudun Kakolanmäen uusi puhdistamo ylsi ensimmäisenä toimintavuonnaan (2009) 80 % typenpoistoon. Pienemmillä puhdistamoilla tyyppiä ei saada yleensä kuitenkaan poistettua yhtä hyvin. Yli 1000 asukkaan puhdistamoilla typenpoiston teho oli Varsinais-Suomessa vuonna 2009 keskimäärin 52 %, ja kaikilla puhdistamoilla keskimäärin 41 %.

Jätevesien käsittelyä on tehostettu myös puhdistamoja sulkemalla ja johtamalla jätevedet siirtoviemäreillä suurempiin ja tehokkaampiin laitoksiin. Jätevedenpuhdistamoiden määrä onkin vähentynyt alle puoleen 25 vuodessa. Vuonna 1985 Saaristomerellä ja sen valuma-alueella toimi 72 puhdistamo, mutta vuonna 2010 puhdistamoja oli toiminnassa enää 34.

Ahvenanmaan suurin jätevedenpuhdistamo Lotsbroverket sijaitsee Maarianhaminassa, jonne nykyään johdetaan käsiteltäväksi myös suurin osa Jomalan, Lemlandin, Finströmin, Saltvikin, Sundin ja Hammarlandin jätevesistä. Vuosina 2003–2005 Lotsbroverketin fosforikuormitus oli keskimäärin 0,9 tonnia ja typpikuormitus 61 tonnia vuodessa. Vuonna 2006 toteutetun saneerauksen jälkeen puhdistusteho parani, ja vuosikuormitus aleni huomattavasti ollen nykyään 0,5 tonnia fosforia 27 tonnia tyyppiä. Laitoksen puhdistusvaatimus on fosforin osalta 95 % ja typen osalta 70 %. Ahvenanmaalla on lisäksi seitsemän pienempää puhdistamo (kuva 5). Niiden yhteenlaskettu fosforikuormitus on arviolta 0,3 tonnia ja typpikuormitus 6,6 tonnia vuodessa. Kumlingen, Brändön ja Kökarin kunnat suunnittelevat uusien puhdistamojen rakentamista.

Teollisuus

Teollisuuden osuus Saaristomeren ravinnekuormituksesta on aina ollut murto-osa asutuksen aiheuttamasta kuormituksesta, ja viimeisten parinkymmenen vuoden aikana teollisuuspäästöt ovat edelleen vähentyneet (kuva 7). Vuonna 1985 teollisuus kuormitti Varsinais-Suomen puoleista Saaristomerta 4,3 tonnilla fosforia ja 146 tonnilla tyyppiä, mutta vuonna 2009 kuormitus oli enää alle puoli tonnia fosforia ja 14 tonnia tyyppiä, mikä on 0,2–0,3 % kokonaiskuormituksesta (kuva 6a). Ravinnekuormaa on pienentänyt puhdistusmenetelmien käyttöönotto ja kehittyminen sekä laitosten lukumäärän väheneminen.

Myös Ahvenanmaalla teollisuuden merkitys meren ravinnekuormittajana on vähäinen. Kuormitus on pääasiassa peräisin yhdeltä teollisuuslaitokselta (Ab Chips Oy Ltd). Lisäksi päästöjä tulee kalanjalostuslaitoksilta ja eräiltä muilta pieniltä teollisuuslaitoksilta. Teollisuuden keskimääräinen vuosittainen fosforikuormitus oli runsas 0,4 tonnia ja typpikuormitus vajaa 5 tonnia jaksolla 2005–2009 (kuva 8), mitkä olivat molemmat promilleluokkaa kokonaiskuormituksesta (kuva 6b).

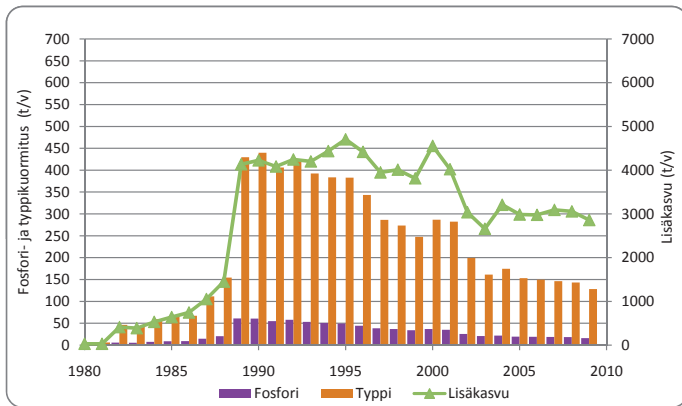
Kalankasvatus

Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla kalankasvatus tapahtuu lähes yksinomaan verkkoaltaissa meressä. Aikaisemmin kasvatettiin vain kirjolohta, mutta viime vuosina on siian kasvatus lisääntynyt jonkin verran.

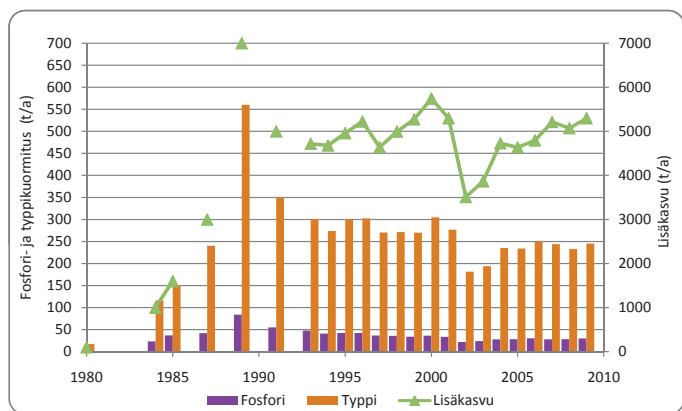
Kaloja ruokitaan rehulla, joka levitetään altaisiin joko käsin tai automaatein. Kalankasvatuksen kuormitus muodostuu kalojen ulosteiden ja eritteiden sekä syömättä jääneen rehun sisältämistä ravinteista. Kalaan sitoutuu 35–45 % rehun sisältämästä fosforista ja tyyppistä, loppu päätyy mereen. Lähes 80 % kalankasvatuksen kuormituksesta tulee kesä-syyskuun aikana, jolloin biologinen tuotanto on meressä suurimmillaan.

Varsinais-Suomi

Kalankasvatus alkoi Saaristomerellä 1970-luvulla. 1980-luku oli voimakkaan kasvun aikaa ja suurimmillaan tuotanto oli 1990-luvulla (kuva 9). 2000-luvun alkuvuosina tuotetun kalan kokonaismäärä laski. Myös kalankasvatuslaitosten lukumäärä on vähentynyt. Vuonna 2009 alueella kasvatettiin yhteensä 2860 tonnia kalaa, mikä oli lähes 40 % vähemmän kuin huippuvuonna 1995, jolloin kasvatusmäärä oli 4 700 tonnia (kuva 9). Laitosten lupaehtojen kiristyminen on vähentänyt kasvatettavan kalan määrää, mutta elinkeino on myös käynyt



Kuva 9. Vuotuinen fosfori- ja typpikuormitus sekä tuotetun kalan määrä (lisäkasvu) Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleisilla kalankasvatustiloilla vuosina 1980 - 2009.



Kuva 10. Vuotuinen fosfori- ja typpikuormitus sekä tuotetun kalan määrä (lisäkasvu) Ahvenanmaan kalankasvatustiloilla vuosina 1980 - 2009.

läpi voimakasta rakennemuutosta mm. norjalaisen lohen aiheuttaman hintakilpailun vuoksi.

Kalankasvatuksesta on tullut Varsinais-Suomen puoleiseen Saaristomereen viime vuosina (2005 – 2009) vuosittain keskimäärin runsas 18 tonnia fosforia ja 145 tonnia typpeä. Osuus merialueen fosforikuormituksesta oli keskimäärin runsas 3 % ja typpikuormituksesta vajaa 2 % (kuva 6a). Usealla väli- ja ulkosaaristoalueella kalankasvatus on suurin paikallinen ravinnelähde. Eniten kalaa kasvatetaan nykyään Kemiönsaaren, Nauvon, Houtskararin, Rymättylän ja Kustavin merialueilla.

Kalankasvatuksen kuormitus on laskenut 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Kuormitus on vähentynyt suhteellisesti vielä enemmän kuin tuotannon määrä (kuva 9). Vähentäminen on seurausta edellä mainitusta kasvatusmäärien pienenemisestä

mutta myös rehujen laadun paranemisesta ja ruokintatekniikoiden kehittymisestä.

Parhaillaan on Lounais-Suomessa käynnissä kalankasvatuksen sijainnohjaustyö, jonka tavoitteena on ohjata kalankasvatusta ympäristön, kalankasvatuksen ja muiden vesien käyttömuotojen kannalta nykyistä sopivammille vesialueille. Alueiden tulee olla riittävän syviä ja veden vaihtuvuuden hyvä. Alueiden välittömässä läheisyydessä ei saa olla merkittävää vapaa-ajan asutusta. Myös luonnonsuojelualueet otetaan huomioon.

Ahvenanmaa

Myös Ahvenanmaalla kalankasvatus alkoi 1970-luvun jälkipuolella. 1980-luvun alun ja 1990-luvun lopun välisenä aikana kasvatusyksikköjen määrä kasvoi viidestä 45:een, mutta on sen jälkeen vähentynyt kymmenellä. Laitosten määrän vähentyessä väheni aluksi myös kalantuotanto, mutta vuodesta 2002 lähtien on tuotannon määrä jälleen kasvanut (kuva 10). Kalankasvatuksessa on tapahtunut myös suuria rakennemuutoksia ja omistuksen keskittymistä.

Kalankasvatusta harjoitetaan kaikkiaan seitsemässä Ahvenanmaan kunnassa. Pääpaino on Brändön, Kumlingen ja Föglön saaristokunnissa, joiden osuus tuotannosta on n. 75 %. Ahvenanmaan pääsaarella kalankasvatustiloja on kolmessa kunnassa. Vuonna 2009 ruokakalaa kasvatettiin 35 laitoksella yhteensä noin 4200 tonnia.

Kalankasvatuksen vuosipäästöt ovat Ahvenanmaalla olleet viime vuosina (2005-2009) keskimäärin 29 tonnia fosforia ja 240 tonnia typpeä, mikä on 29 % fosforin ja 7 % typen kokonaiskuormituksesta (kuva 6b). Jos tarkastellaan pelkästään paikallisia kuormituslähteitä (ilmalasku ei mukana), on kalankasvatuksen osuus huomattavasti suurempi: 68 % fosfori- ja 32 % typpikuormituksesta. Ahvenanmaalla kalankasvatuksen kuormitus ei ole vähentynyt samalla tavalla kuin Varsinais-Suomen puoleisella merialueella (kuvat 9 ja 10).

Kalankasvatusta säädellään mm. maakuntahallituksen asetuksella kirjolohen ja lohen kasvatuksesta. Asetuksen mukaan kalankasvatustiloksen tulee sijaita alueella, joka on vähintään 10 metriä syvä. Mikäli vuosituotanto on yli 500 tonnia, tulee syvyyttä olla ainakin 15 metriä. Paikkojen on oltava riittävän avoimia. Tavoitteena on, että laitokset hajautuisivat ulommas ja kuormituksen vaikutukset sisemmillä vesialueilla vähenisivät. Suurin osa laitoksista sijaitsee edelleen kuitenkin lähellä maata. Vain vajaa 10 laitosta on siirtynyt ulkosaaristoon tai avomeren tuntumaan.

Sisäinen kuormitus

Pohjaan kertyy ravinteita sinne laskeutuvan aineksen mukana. Ravinteet ovat sitoutuneina epäorgaaniseen ainekseen kuten savihiukkasiin ja eloperäiseen ainekseen kuten kuolleisiin planktonleviin ja rihmaleviin. Biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten prosessien vaikutuksesta ravinteita vapautuu pohjasta takaisin veteen. Tätä kutsutaan sisäiseksi kuormitukseksi.

Hapenpuute lisää varsinkin fosforin vapautumista pohjasedimentistä. Hapenpuute on tavallista syvemmällä vesialueilla, missä alusvesi vaihtuu huonosti ja missä pohjalle kertyy happea kuluttavaa eloperäistä ainesta. Ravinteita vapautuu myös matalampien vesialueiden pohjilta, missä happitilanne on hyvä. Tällöin on usein kyse hapellisissa oloissa hajoamisen seurauksena vapautuvista ravinteista. Jos vesialue on niin matala, että tuottava vesikerros ulottuu pohjaan saakka, ravinteet ovat heti perustuotannon käytössä. Vähän syvemmällä

alueilla aallot voivat sekoittaa ravinteet pintaveteen.

Myös syvänteiden alusveteen lienneet ravinteet lisäävät perustuotantoa, mikäli ne kulkeutuvat tuottavaan pintavesikerrokseen. Kesäisin tämä ei Saaristomerellä ole kovin yleistä, sillä lämpötilan harppauskerros eristää alusveden ja päällysveden toisistaan, ja kumpuaminen (veden työntyminen syvemmältä pintakerrokseen kovien tuulien vaikutuksesta) on ilmeisesti harvinaisempaa kuin esimerkiksi Suomenlahdella. Sen sijaan syksyllä vesi sekoittuu pystysuunnassa veden viilenemisen ja tuulien vaikutuksesta, ja ravinnepitoinen alusvesi sekoittuu koko vesikerrokseen. Saaristomerellä tämä syyskierto tapahtuu yleensä lokakuussa. Pintaveden ravinnepitoisuuden noususta voi olla seurauksena myöhäissyksyn sinileväkukintoja. Tuossa vaiheessa syksyä valoa on enää vähän, mikä rajoittaa levien kasvua. Ravinteet sitoutuvat tuotantoon kuitenkin seuraavana keväänä, kun kasviplanktonin kevätukinta alkaa valon määrän lisääntyessä.



Hyväkuntoinen vallitsevasti hapekas pohja, jonka sedimentin pintakerros on rautahydroksidi-mineraalien ruskehtavaksi värjäämä. Kuva: Joonas Virtasalo



Sedimentinäytteitä merenpohjan eri happioloista. Vasemmalla vallitsevasti hapeton pohja, jonka tummassa sedimentissä erottuu rautamonosulfidi-mineraalien mustiksi värjämiä raitoja. Oikeanpuoleisessa, vallitsevasti hapekkaalta pohjalta otetussa näytteessä on paksu rautahydroksidi-mineraalien ruskehtavaksi värjäämä, sekoittunut pintakerros. Keskimmäisessä näytteessä näkyy ohut hapekkaan ruskea pintakerros, jonka alapuolella erottuu mustia raitoja - tämä näyte on pohja-alueelta, jossa hapekkaat ja hapettomat olot vaihtelevat. Kuva: Janne Suomela

Hapettomat pohjat ja sedimentin ravinnepitoisuudet

Loppukesällä 2001 kartoitettiin Saaristomerellä hapettomien pohja-alueiden esiintymistä. Tutkimuksia tehtiin kaikkiaan 94 paikalla, kolmella sisäsaaristosta ulkosaaristoon ulottuvalla linjalla.

Sedimentin pinnasta otetuista näytteistä määritettiin laboratoriossa vesipitoisuus, hehkutushäviö, raekokojakauma sekä sedimentin eriasteisesti sitoutuneet fosforin jakeet ja rautahydroksideihin sitoutunut rauta. Lisäksi tutkimuspaikoilla mitattiin pohjanläheisen veden happipitoisuus sekä redox-potentiaali 5 cm pohjan yläpuolelta.

Osalla paikoista tutkittiin myös sedimentin huokosveden ravinnepitoisuuksia. Huokosvedellä tarkoitetaan sedimenttirakeiden väleissä olevaa vettä, jota on varsinkin sedimentin pintaosissa yleensä runsaasti. Sedimentin sisältämiä ravinteita liukenee huokosveteen, mistä ne pitoisuuserojen vaikutuksesta kulkeutuvat edelleen pohjanläheiseen vesikerrokseen.

Huokosvesinäytteet otettiin päälimmäisestä 2 cm paksuisesta sedimenttikerroksesta. Näytteistä määritettiin fosfaattifosforin, ammoniumtypen sekä summana nitriitti- ja nitraattitypen pitoisuudet. Huokosvesinäytepaikkojen syvyydet vaihtelivat 4 ja 40 metrin välillä.

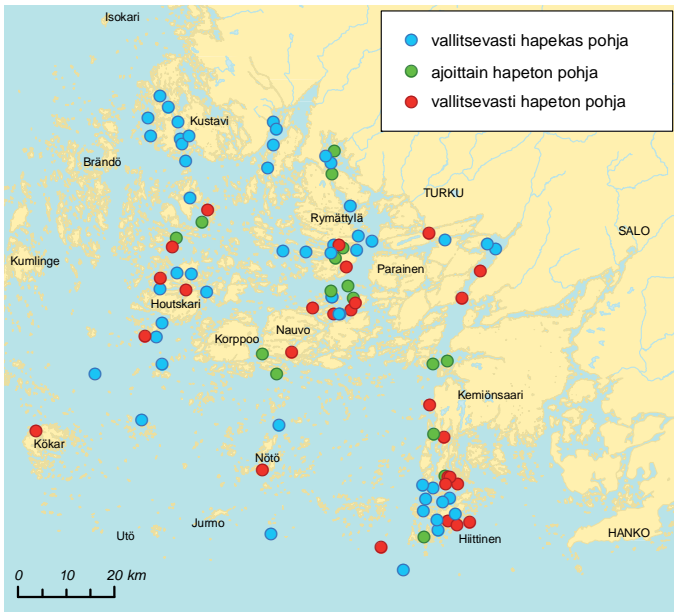
Tutkimuspaikat luokiteltiin sedimentin ulkonäön perusteella kolmeen ryhmään: 1) vallitsevasti hapekkaat pohjat, joiden sedimentti on ruskehtavaa; 2) ajoittain hapettomat pohjat, joiden sedimentin pintaosa on hapekkaan ruskehtava, mutta pinnan alapuolinen sedimentti on paikoin värjäytynyt mustaksi, sekä 3) vallitsevasti hapettomat pohjat, joiden sedimentti on rautasulfidien mustaksi värjäämää (kuva 11a). Kaikkiaan 44 % tutkituista pohja-alueista kärsi hapenpuutteesta.

Veden syvyydellä havaittiin olevan merkittävä vaikutus merenpohjan happitilanteeseen. Kaikki hapettomat pohja-alueet sijaitsivat matalammalla kuin 47 m syvyydessä, kun taas hapekkaat pohjat vallitsivat yli 60 m syvyydessä. Saaristomeren syvät alueet ovat yhteydessä aluetta halkoviin kanjoneihin, joissa kulkevat merivirrat edesauttavat veden vaihtumista sekä estävät happea kuluttavan eloperäisen aineksen kerrostumista. Sen sijaan matalammissa altaissa alusveden happi kuluu nopeasti loppuun eloperäisen aineksen runsaan kerrostumisen ja hajoamisen seurauksena. Lisäksi vedenvaihto on matalissa altaissa heikkoa erityisesti kesäisin veden lämpötilakerrostuneisuuden kehityttyä.

Huokosveden ravinnepitoisuuksissa oli eri paikkojen välillä kymmenkertaisia (epäorgaaninen tyyppi) tai sataker-taisia (fosfaattifosfori) eroja. Fosfaattifosforipitoisuuden vaihteluväli oli 40 – 9800 µg/l, ja epäorgaanisen tyypin 340 – 13400 µg/l (kuvat 11 b ja c). Epäorgaanisesta tyypestä suurin osa oli ammonium-muodossa, sillä nitriitti-nitraattityyppiä oli yleensä vain muutama prosentti.

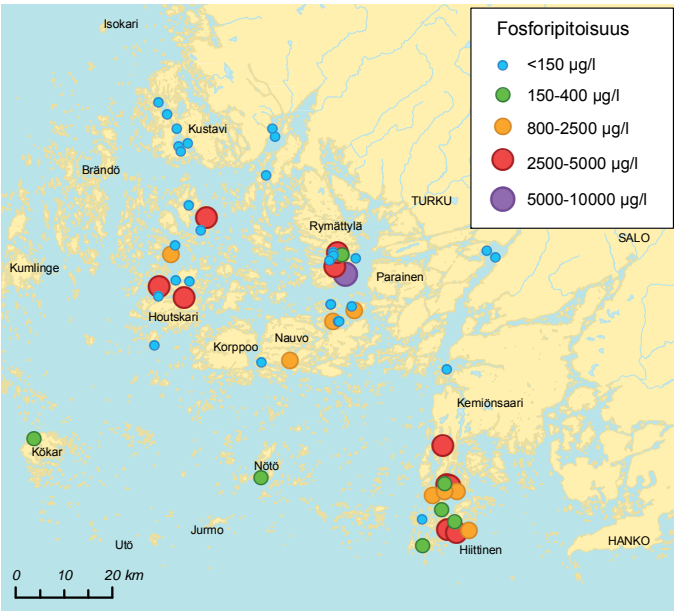
Huokosveden ravinnepitoisuudet olivat pääsääntöisesti suurimmat siellä, missä happipitoisuus oli alhainen. Nämä olivat yleensä erillisiä syvänteitä, joihin kertyy runsaasti kuollutta planktonia ja muuta eloperäistä ainesta. Vaikka tässä tutkimuksessa otettiin näytteet vain pienestä osasta Saaristomeren pohjia, tulokset osoittavat, että Saaristomerellä on monin paikoin syvänteitä, joihin kertyy runsaasti kuollutta eloperäistä ainesta ja sen sisältämiä ravinteita. Tällaisilla alueilla ravinteita vapautuu huomattavasti myös veteen ja sisäinen kuormitus on todennäköisesti suurta.

Eloperäisen hiilen ja fosforin pitoisuuksien suhde on kaikkein pienin vallitsevasti hapekkailla pohjilla. Tämä tarkoittaa, että merenpohjalle kerrostuvaan eloperäiseen ainekseen sitoutunut fosfori pidätty merenpohjan sedimentteihin tehokkaammin hapekkaissa kuin vähähappisissa oloissa. Sedimentin rautahydroksideihin sitoutuneen fosforin ja fosforipitoisiin mineraaleihin sitoutuneen fosforin pitoisuudet ovat korkeampia ajoittain hapettomilla pohja-alueilla kuin vallitsevasti hapekkailla tai hapettomilla pohjilla. Tämä puolestaan viittaa siihen, että fosforia pysyvästi sedimenttiin sitovia mineraaleja muodostuu eniten alueilla, missä pohjan happiolot vaihtelevat. Onkin mahdollista, että ajoittaisesta hapenpuutteesta kärsivät pohja-alueet sitovat pysyvästi fosforia tehokkaammin kuin muut merenpohjan alueet Saaristomerellä.

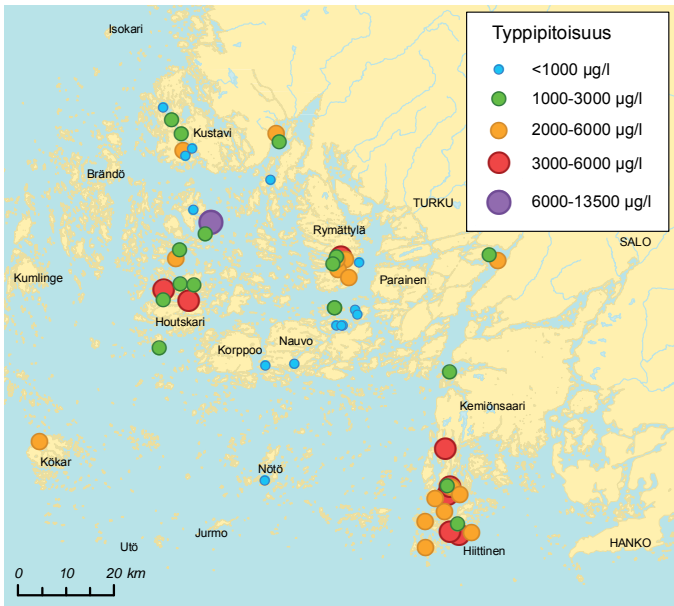


Kuva II. Sedimentin tila Saaristomerellä kesällä 2001. (kuvat a-c)

a) Happitilanne



b) Sedimentin pintakerroksen huokosveden fosfaattifosforin pitoisuus



c) Sedimentin pintakerroksen huokosveden epäorgaanisen tyypin pitoisuus

Virtaukset kuljettavat ravinteita

Virtaukset kuljettavat ravinteita Saaristomeren alueella sekä Itämeren muiden osien ja Saaristomeren ja Ahvenanmaan välillä. Osa sisäänvirtaavista ravinteista jää Saaristomeren mosaiikkimaiselle merialueelle, osa poistuu alueen läpi virtaavan veden mukana. Veden vaihduntalaskelmien mukaan Itämeren vesi sekoittuu tehokkaasti Saaristomeren alueella ja virtaa Saaristomeren kautta kohti Pohjanlahtea. Itämeren päältä ja Suomenlahden vaikutus on nähtävissä Selkämeren Suomen puoleisella rannikolla asti.

1990-luvulla tehtyjen mallilaskelmien mukaan Saaristomeren alueelle kertyi virtausten mukana tullutta typpeä ja fosforia vuosina 1993 - 1997; vain vuonna 1993 havaittiin typen nettoulosvirtaamaa (taulukko 2). Alueen ulkopuolelta tuleva typpikuormitus oli keskimäärin 12 300 tonnia ja fosforikuormitus 580 tonnia vuodessa. Kuukausien välinen vaihtelu oli simuloituissa kuormituksissa huomattavaa. Typen suurin ulosvirtaus (- 3 500 tonnia/kk) laskettiin elokuussa 1996 ja suurin sisäänvirtaus (+ 12 000 tonnia/kk) maaliskuussa 1997. Vastaavasti suurin fosforin ulosvirtaus (- 600 tonnia/kk) laskettiin marraskuussa 1993 ja suurin sisäänvirtaus (+ 400 tonnia/kk) lokakuussa 1993. Tämä osoittaa kuinka vesimassat voivat olla edestakaisessa liikkeessä.

Näiden mallilaskelmien mukaan Saaristomeren ulkopuolelta tuleva taustakuormitus muodostaa huomattavan osuuden merialueen kokonaiskuormituksesta: typen osalta 48 % ja fosforin osalta 47 %. Vaikutukset painottunevat eteläiselle Saaristomerelle ja Ahvenanmaan itäpuolisen saariston eteläosiin, joiden rehevyyteen taustakuormituksella on keskeinen merkitys.

Esimerkiksi kesä-heinäkuussa 1996 fosforia jäi alueelle taustakuormituksena 556 tonnia, joka oli liki yhtä paljon kuin kaikista muista lähteistä koko Saaristomereen tullut kuormitus yhteensä koko vuonna. Taustakuormituksena tuleva typpikuormitus oli vastaavasti maaliskuussa 1997 ennen kevään kasviplanktonhuippua yhtä suuri kuin kaikkien muiden kuormittajien pitemmän ajan vuosikeskiarvo.

Huolimatta suurista vuosittaisista ja kuukausittaisista vaihteluista taustakuormituksessa on veden laatu kuitenkin melko vakaa avovesikauden aikana.

Taulukko 2. Fosforin ja typen nettosisäänvirtaamat (+) ja ulosvirtaamat (-) vuosina 1993 – 1997 (tonnia vuodessa).

Vuosi	Fosfori	Typpi
1993	+ 139	- 511
1994	+ 829	+ 14 768
1995	+ 922	+ 14 465
1996	+ 351	+ 3 822
1997	+ 682	+ 28 852
Keskiarvo	+ 584	+ 12 279

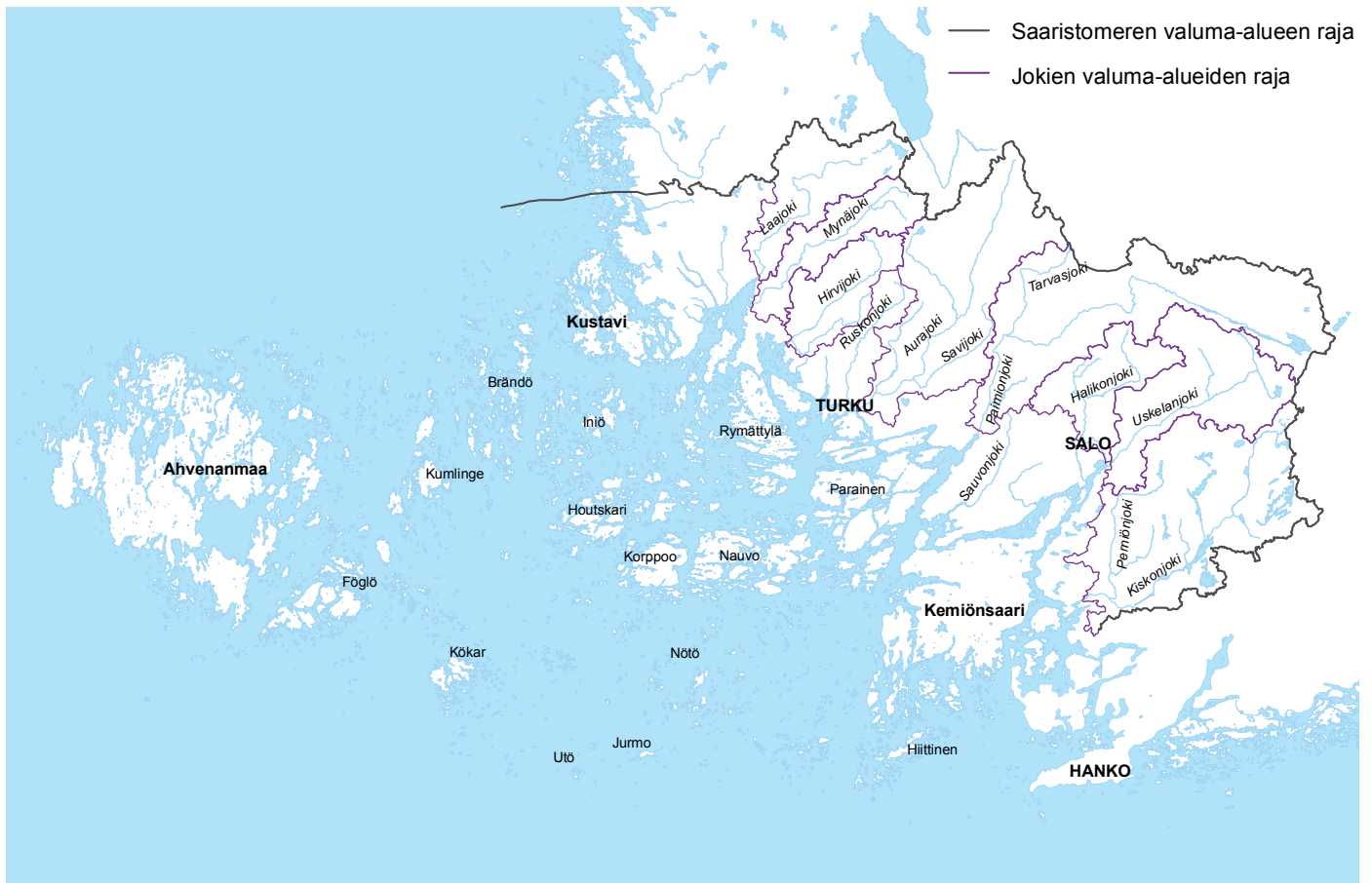
Saaristomereen laskevien jokien kuormitus

Suuri osa Saaristomeren kuormituksesta tulee Varsinais-Suomen mantereen valuma-alueelta jokien mukana (kuva 12). Valuma-alueelta jokeen huuhtoutuvien ravinteiden määrä riippuu maalajista ja maankäytöstä, varsinkin peltojen määrästä. Mitä enemmän valuma-alueella harjoitetaan maanviljelyä ja kotieläintaloutta, sitä suurempi on sen aiheuttama kuormitus. Pääosa jokikuormituksesta onkin lähtöisin maataloudesta. Maatalouden kuormituksen suuruuteen vaikuttavat peltojen fosforitilanne, lannoitusmäärät, talviaikainen kasvipeitteisyys, peltojen kaltevuus, viljeltävät kasvilajit jne.

Joet kuljettavat mereen huomattavasti myös haja-asutuksen jätevesiä ja luonnonhuuhtoumasta peräisin olevia ravinteita. Yhdyskuntajätevesien osuus jokien tuomasta fosforista on prosentin luokkaa ja tyypestä runsas kolme prosenttia.

Useiden jokien kuormituksesta on olemassa tietoja pitkältä ajalta. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki, Perniönjoki, Aurajoki ja Uskelanjoki) kuljettama ravinnekuorma viime vuosina on esitetty taulukossa 3. Näiden jokien yhteenlaskettu valuma-alue on 41 % Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleisesta valuma-alueesta, kun mukaan lasketaan myös saariston maa-ala, ja ne tuovat mukanaan valtaosan jokien Saaristomereen kuljettamasta fosforista ja tyypestä. Saaristomeren kokonaiskuormituksesta niiden osuus oli 42 % fosforista ja 28 % tyypestä vuosina 2005 – 2009. Eniten ravinteita mereen tuovat Paimionjoki ja Aurajoki (taulukko 3).

Suurten jokien lisäksi mereen kulkeutuu haja-kuormitusta pienempien jokien mukana, rannikon läheisiltä pieniltä valuma-alueilta ja saariston maa-alueilta. Jaksolla 2005-2009 tämä kuormitus oli arviolta keskimäärin 200 tonnia fosforia ja 2 400 tonnia typpeä vuodessa.



Kuva 12. Saaristomerens valuma-alue ja sen tärkeimmät joet.

Taulukko 3. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen mereen kuljettama keskimääräinen ravinnekuorma vuodessa (t/v) ja suhteutettuna valuma-alueen kokoon (kg/km²) vuosina 2005-2009.

	Kokonaisfosfori (t/v)	Kokonaistyyppi (t/v)	Kokonaisfosfori (kg/km ²)	Kokonaistyyppi (kg/km ²)
Paimionjoki	80	929	74	854
Aurajoki	71	690	81	789
Uskelanjoki	39	437	69	772
Kiskon-Perniönjoki	32	518	31	495

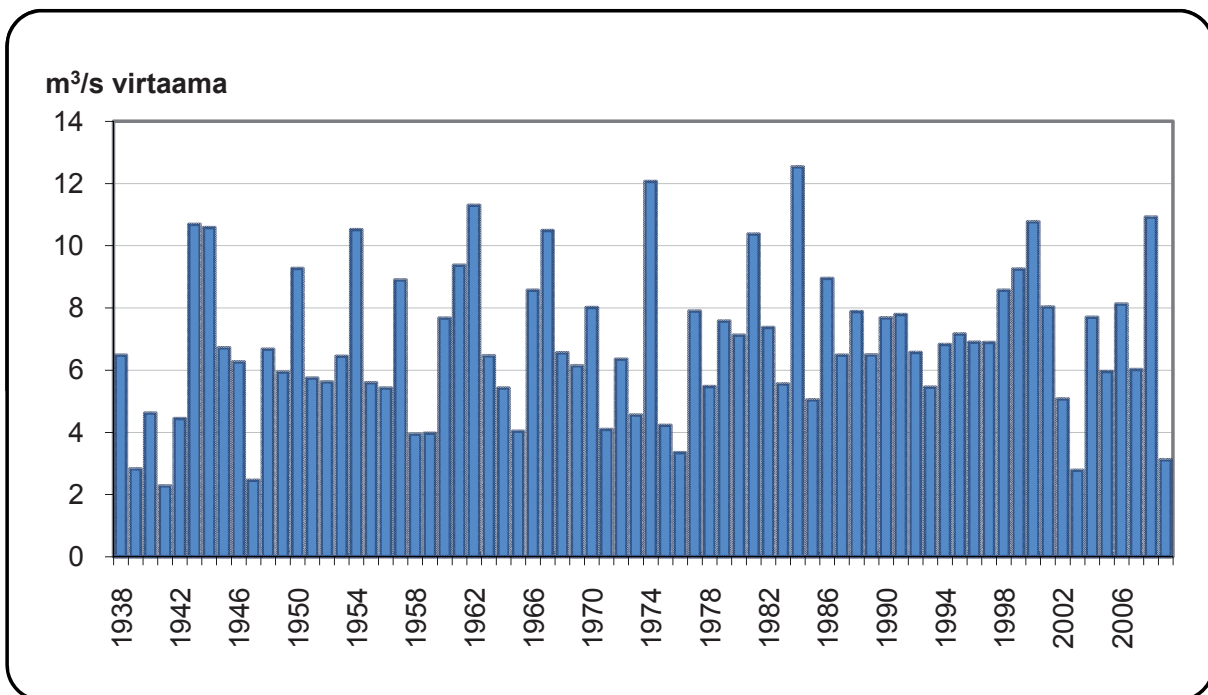
Miten jokien kuormitus lasketaan

Neljän suurimman Saaristomereen laskevan jokien mereen tuomat ravinteiden ja kiintoaineen määrät (ainevirtaamat) lasketaan jokien virtaamien ja jokivedestä mitattujen ravinteiden ja kiintoaineen pitoisuuksien avulla. Virtaama saadaan mittaamalla veden korkeus, joka muutetaan virtaamaksi ns. purkautumiskäyrän avulla. Paimionjoen, Kiskonjoen, Aurajoen ja Uskelanjoen vedenkorkeus- ja virtaamatiedot saadaan päivittäin. Pisimpään virtaamaa on mitattu Aurajoesta, josta on tiedot 1930-luvun lopulta asti (kuva 13).

Ravinnepitoisuuksien mittaustaajuus on muuttunut vuosien kuluessa ja mittaustiheys vaihtelee myös jokien välillä. 1970-luvulla ja 1980-luvun alkupuoliskolla näytteitä otettiin melko harvoin. Nykyään ravinnepitoisuuksia mitataan yli 20 kertaa vuodessa ja mittaukset pyritään tekemään virtaamapainotteisesti siten, että saadaan tietoa vedenlaadusta sekä ali- että ylivirtaamajaksojen ajalta. Erot mittaustiheydessä ja mittausten painottuminen nykyään suurimpien virtaamien aikaan voivat jonkin verran heikentää vertailukelpoisuutta ennen ja jälkeen 1980-luvun alun tai 1980-luvun puolivälin mitattujen vedenlaatu- ja kuormitustietojen välillä.

Neljästä keskiuudesta joesta (Halikonjoki, Hirvijoki, Laajoki, Mynäjoki) ei mitata virtaamaa ja ravinnepitoisuksiakaan vain neljä kertaa vuodessa. Rannikonläheisiltä pieniltä valuma-alueilta ja saariston maa-alueilta vedet kulkeutuvat mereen pieniä jokia ja oja pitkin, eikä niistä ole mittaustietoja. Edellämainittujen kuormitus on arvioitu hyödyntämällä ympäristöhallinnon vesistömallijärjestelmää ja vesistökuormituksen arviointijärjestelmää (VEPS), lähimmän maankäytöltään mahdollisimman samanlaisen joen kuormitustietoja, sekä keskimääräisiä huuhtoumalukuja erilaisille maankäyttömuodoille.

Tässä luvussa virtaamia ja ainevirtaamia tarkastellaan eri vuodenaikoina sekä vuositasolla. Vuodenaikaistarkastelussa vuosi on jaettu neljään erimittaiseen jaksoon, jotka keskimäärin poikkeavat toisistaan hydrologialtaan. Jaksot ovat tammi-maaliskuu (talvi), huhtikuu (kevät), touko-syyskuu (kesä) ja loka-joulukuu (syksy).



Kuva 13. Aurajoen vuotuinen keskivirtaama vuosina 1938 – 2009.

Jokien virtaamissa ja kuormituksessa vuodenaikaisia muutoksia

Hajakuormitus on suurinta voimakkaiden sateiden ja lumen sulamisen aikaan. Sadannan, valuman ja virtaaman välillä on selvä positiivinen riippuvuus. Mitä enemmän sataa, sitä enemmän maalta tulee vesistöihin vettä ja ravinteita, mikä näkyy jokien virtaamien ja ravinnepitoisuuksien kasvuna. Valuman suuruus riippuu toki myös vuodenajasta ja maaperän kosteudesta. Kesällä kasvillisuus ja usein kuiva maaperä pystyvät sitomaan vettä huomattavasti, eikä runsaskaan kesäsade välttämättä näy jokien virtaamissa. Toisaalta syksyllä ja talvela maan ollessa veden kyllästämää tai jäässä, voi suuri osa sateena tulleesta vedestä päätyä jokeen.

Lauhat talvet lisäävät vesistöjen kuormitusta. Silloin sateet tulevat usein vetenä, maanpinta on sula ja ravinteet ja kiintoainet huuhtoutuvat vesiin. Huuhtouman määrää lisää talvella myös se, että suuri osa pelloista on ilman kasvipeitettä. Sen sijaan pakkastalvina sade tulee lumena, maa on jäässä ja valumat ovat pieniä.

Yleensä valunta ja jokikuormitus ovat olleet suurimpia keväisin lumien sulaessa ja syksyisin syyssateiden aikaan. Talvien leudontumisen myötä hajakuormituksen vuodenaikainen ajoittuminen on kuitenkin muuttunut selvästi. Seuraavassa kuva 14 esittävää jokien virtaaman, ravinnepitoisuuksien ja kuormituksen vuodenaikaisvaihtelussa tapahtunutta muutosta viimeisten 40 vuoden aikana.

Talvi

Aiemmin virtaamat olivat talvisin alhaisia, mutta 1980-luvun lopulla talviaikaiset virtaamat ja kuormitus lisääntyivät huomattavasti lauhjojen talvien takia. Vuosien 1990-2009 tammi-maaliskuussa jokien virtaama oli keskimäärin lähes kaksinkertainen ja fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormitus reilusti yli kaksinkertainen verrattuna vuosiin 1970-1989 (kuva 14a).

Suurin osa ravinnekuormituksen kasvusta johtuu valumavesien määrän lisääntymisestä, mikä näkyy virtaamien kasvuna. Myös ravinteiden pitoisuudet ovat olleet viimeisten parinkymmenen vuoden aikana keskimäärin suurempia kuin aiemmin. Fosforipitoisuudessa kasvua on ollut viidenes ja typpipitoisuudessa 12 % (kuva 14b). Kiintoainekuormituksen lisääntymisessä myös kiintoainepitoisuuden kasvulla on ollut suuri merkitys, sillä kiintoainetta on ollut jokivesissä viimeisen parinkymmenen talven aikana peräti 45 % enemmän kuin sitä ennen.

Talvisten kohonneiden ravinnevirtaamien vaikutuksesta levien kasvuun ja muuhun biologiseen tuotantoon kasvukaudella ei ole selvää käsitystä. Ainakin osa talvenaikaisesta kasvaneesta kuormituksesta laskeutuu todennäköisesti pohjaan, eikä ole tarjolla leville, kun niiden kasvu keväällä alkaa. Talviaikaisen kuormituksen rehevöittävästä vaikutuksesta on kuitenkin viitteitä, sillä Turun edustan merialueen fosforipitoisuuksien havaittiin olevan suurempia lauhjojen talvien kuin kylmien talvien jälkeisinä kesinä. Tarkastelussa olivat mukana vuodet 1985 - 1996.

Kevät

Huhtikuuna 1990-2009 jokien keskimääräinen virtaama ja typpikuormitus olivat molemmat 20 % pienempiä kuin vuosina 1970-1989. Typen pitoisuus jokivesissä oli molemmilla jaksoilla samaa luokkaa (kuva 14a ja b).

Jokien fosforipitoisuudet olivat vuosina 1990-2009 keskimäärin 23 % korkeampia kuin vuosina 1970-1989, mutta fosforikuormituksessa ei ollut eroa vuosijaksojen välillä, koska keskivirtaamien pienentyminen kompensoi fosforipitoisuuksien kasvun (kuva 14a ja b).

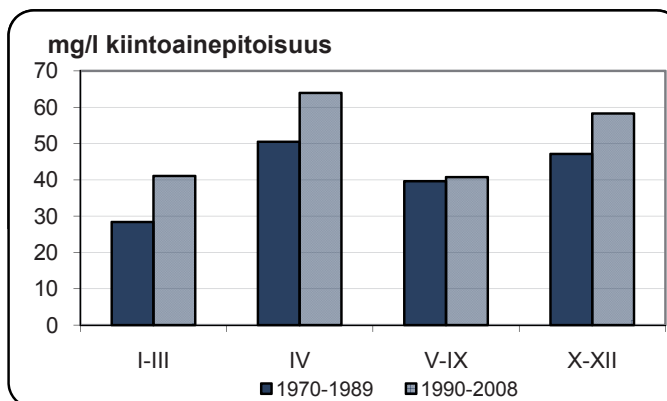
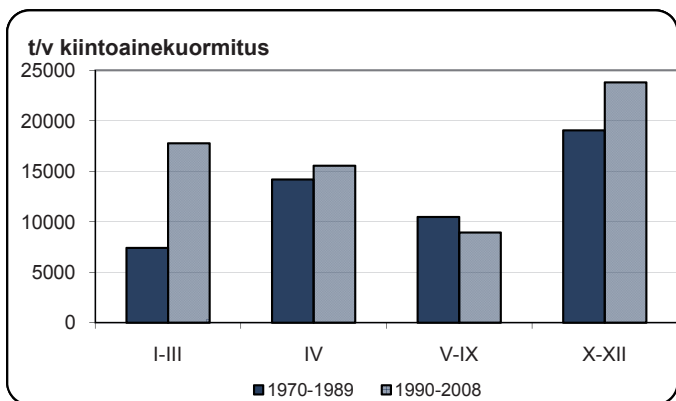
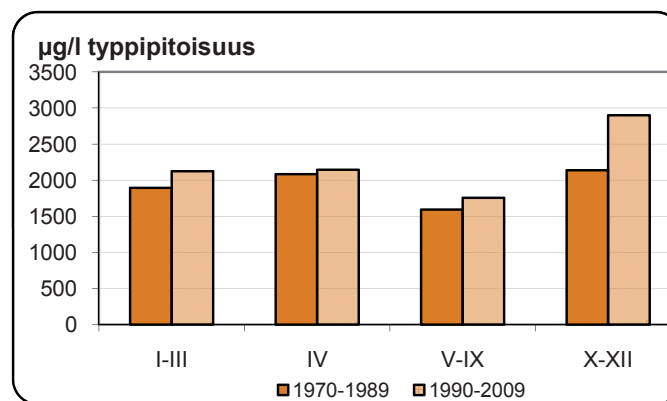
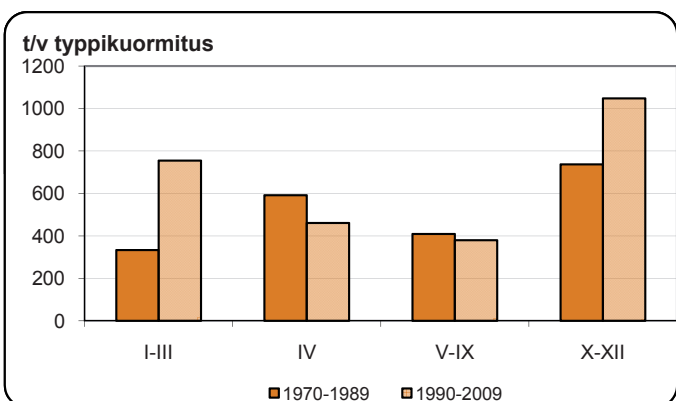
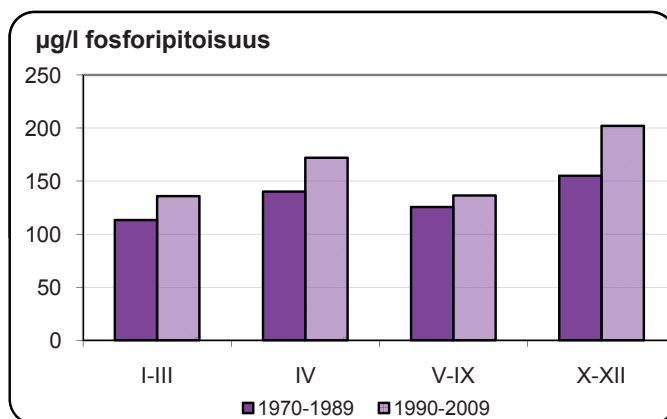
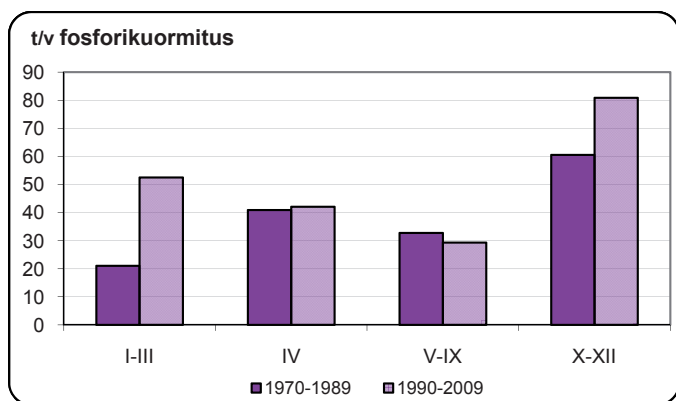
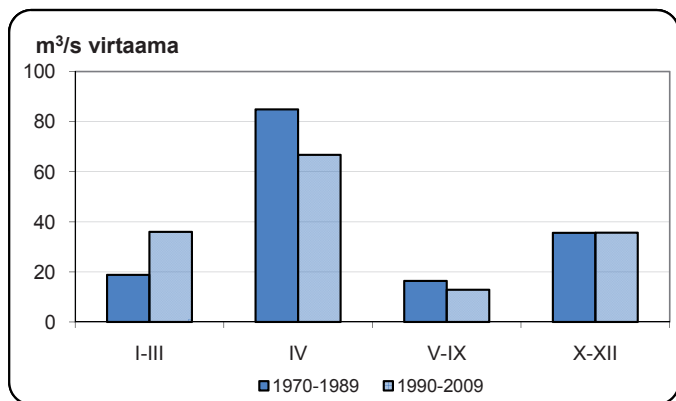
Vaikka virtaamat olivat jälkimmäisellä jaksolla pienempiä, kulkeutui kiintoainetta jokien mukana 10 % enemmän kuin ensimmäisellä jaksolla. Tämä johtuu siitä, että kiintoaineen keskimääräinen pitoisuus oli vuosien 1990-2009 keväänä 27 % suurempi kuin keväänä 1970-1989 (kuva 14).

Kesä

Vuosien 1990-2009 touko-syyskuussa jokien keskivirtaamat olivat 21 % pienempiä, mutta fosfori- ja typpipitoisuudet 10 % suurempia ja kiintoainepitoisuus samaa luokkaa kuin vuosina 1970-1989 (kuvat 14a ja b). Koska virtaamat pienenevät enemmän kuin pitoisuudet kasvoivat, olivat fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormitus jälkimmäisellä jaksolla 7 - 15 % pienempiä kuin ensimmäisellä jaksolla.

Syksy

Loka-joulukuussa jokien virtaamat olivat kummallakin tarkastelujaksolla keskimäärin saman suuriset. Fosfori- ja typpipitoisuudet olivat kolmanneksen ja kiintoaineen pitoisuudet neljänneksen suuremmat vuosina 1990-2009 verrattuna vuosiin 1970-1989. Tästä syystä myös jokien ravinne- ja kiintoainekuormitus olivat jälkimmäisellä jaksolla 25 % - 42 % suurempia kuin ensimmäisellä jaksolla (kuvat 14a ja b).



Kuva 14a. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) yhteenlaskettu keskivirtaama sekä fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormitus eri vuodenaikoina vuosijaksoina 1970 - 1989 ja 1990 - 2009 (kiintoaine 2008 asti). I - III = talvi, IV = kevät, V - IX = kesä, X - XII = syysy.

Kuva 14b. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) keskimääräinen fosfori-, typpi- ja kiintoainepitoisuus eri vuodenaikoina vuosijaksoina 1970 - 1989 ja 1990 - 2009 (kiintoaine 2008 asti). I - III = talvi, IV = kevät, V - IX = kesä, X - XII = syysy.

Jokikuormituksen muutokset vuositasolla

Jaksolla 1990-2009 neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen vuotuinen ravinne- ja kiintoainekuormitus oli suurempi kuin jaksolla 1970-1989. Jokien keskivirtaamat olivat jälkimmäisellä jaksolla keskimäärin 5 % suuremmat, mutta fosforikuormitus 31 %, typpikuormitus 26 % ja karkean kiintoaineen kuormitus peräti 48 % suurempi kuin ensimmäisellä jaksolla (kuva 15a). Vuosikuormituksen kasvu johtui talvi- ja syysaikaisen kuormituksen kasvusta (kuva 14a).

Fosforin ja kiintoaineen kuormitusmuutokset olivat tilastollisesti merkitseviä. Fosfori- ja kiintoainekuormitus kasvoivat ensimmäisellä jaksolla (1970 – 1989), mutta jälkimmäisellä jaksolla fosforikuormituksessa ei ole havaittavissa muutossuuntaa ja kiintoainekuormitus oli lievästi laskemaan päin (kuvat 16 ja 18). Kiintoainekuormituksen väheneminen johtui kiintoainepitoisuuden pieneneemisestä, joka on ollut 2000-luvulla huomattavaa (kuva 18a).

Vuotuisen ravinnekuormituksen kasvua selittävät suurimmaksi osaksi ravinteiden pitoisuuksissa tapahtuneet muutokset. Jokien kokonaisvirtaamat olivat vain 5 % suuremmat kuten edellä mainittiin (kuva 15a), mutta kokonaisravinteiden ja karkean kiintoaineen pitoisuudet 20 – 25 % suuremmat vuosina 1990-2009 kuin vuosina 1970-1989 (kuva 15b).

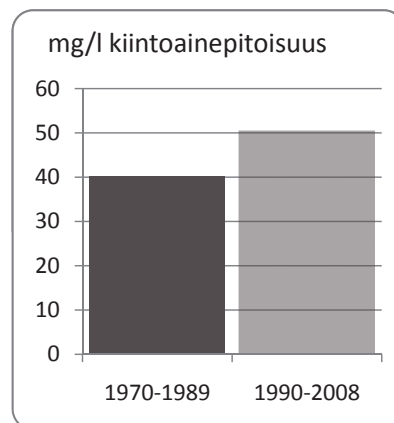
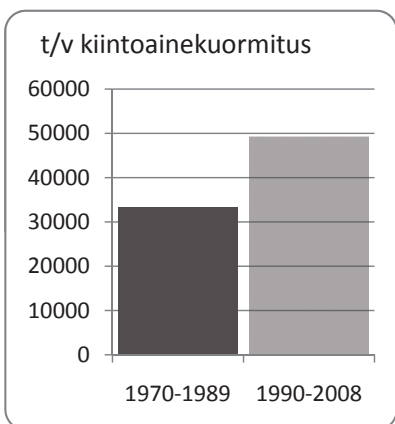
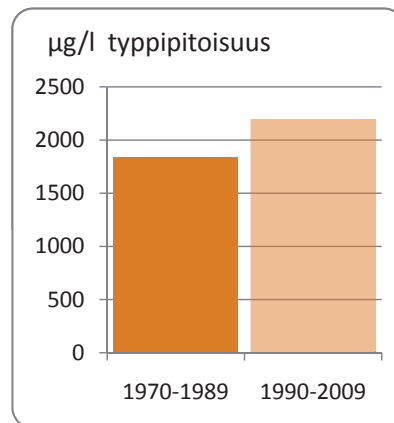
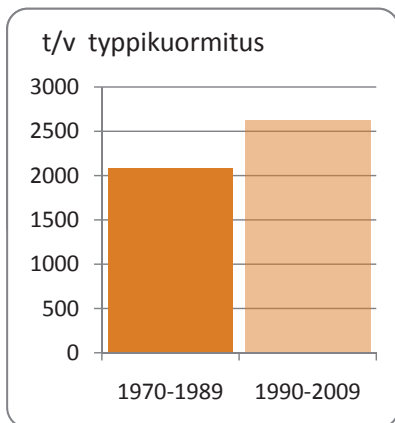
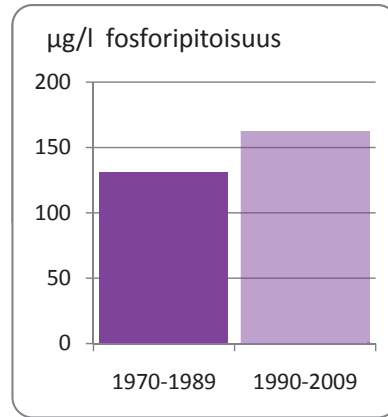
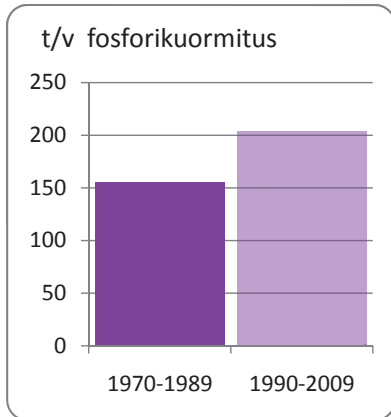
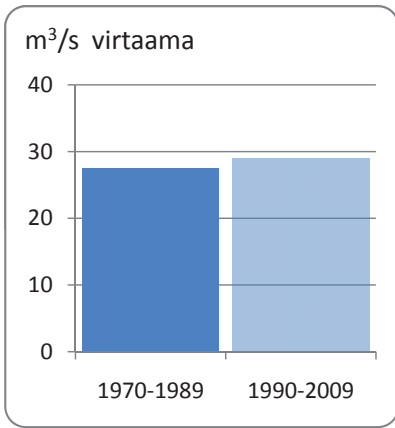
Pitoisuuksien ja kuormituksen kasvu vuosijaksojen välillä (sekä vuositasolla että vuodenaikaisessa tarkastelussa) voi olla osittain näennäistä, sillä 1980-luvulla näytteenottoa tihennettiin ja painotettiin runsasvirtaisiin aikoihin. Korkeita pitoisuuksia edustavien näytteiden osuus on saattanut kasvaa pelkästään näytteenotossa tapahtuneiden muutosten takia, koska ravinnepitoisuudet yleensä kohoavat suurten valumien ja virtaamien aikaan. Talvella suurempi kuormitus johtui kuitenkin selvästi myös virtaamien kasvusta.

Suurimpien jokien yhteenlaskettu vuosittainen fosforikuormitus vaihteli 45 tonnista 346 tonniin (kuva 16b), typpikuormitus 1 000 tonnista 3 900 tonniin (kuva 17b) ja kiintoainekuormitus 8000 tonnista 96 000 tonniin (kuva 18b) vuosina 1970-2009. 2000-luvulla kuormitus oli alimmillaan vähäsateisina vuosina 2002 ja 2003 sekä 2009 ja suurimmillaan vuosina 2000 ja 2008, jolloin kuormitusta tuli erityisesti sateisina loppusyksyinä.

Kokonaiskuormituksen muutokset viimeisten parinkymmenen vuoden aikana

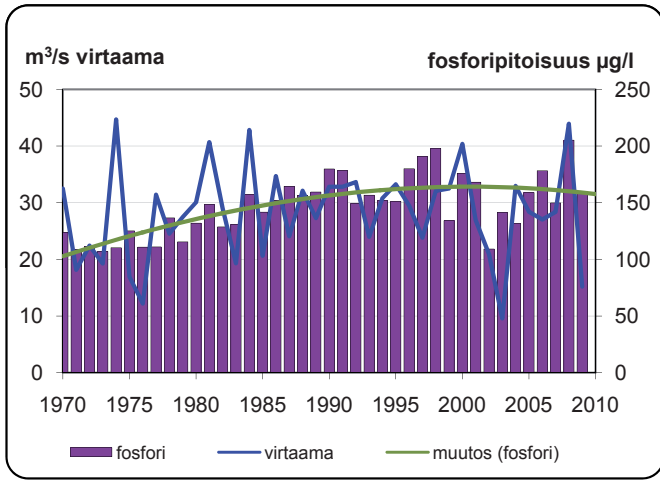
Saaristomereen Varsinais-Suomen puolelta tuleva paikallinen kuormitus ja ilmalaskeuma olivat vuodessa yhteensä keskimäärin 530 tonnia fosforia ja 9200 tonnia typpeä vuosina 2005 - 2009. Fosforikuormitus oli kahdeksan prosenttia ja typpikuormitus 17 % pienempi kuin vuosina 1990 - 1995. Pistekuormituksesta on 1990-luvun alkupuolen jälkeen suhteellisesti eniten pienentynyt kalankasvatuksen ja teollisuuden osuus, mutta myös yhdyskuntien jätevedenpuhdistamojen typpipäästöt ovat vähentyneet huomattavasti. Ilmalaskeuma on pienentynyt samana aikana 20 %. Typen kokonaiskuormituksen vähenemisessä ilmalaskeuman merkitys on ollut suurin. Maatalouden kuormituksessa ei selviä muutoksia ole havaittavissa.

Ahvenanmaan merialueen paikallisista lähteistä peräisin oleva vuosittainen fosforikuormitus oli keskimäärin 42 tonnia ja typpikuormitus 750 tonnia vuosina 2005 – 2009 (mukana ei ilmalaskeumaa). Kymmenen vuotta aikaisemmin (1994 – 1998) keskimääräinen vuosikuormitus oli paikallisista lähteistä 55 tonnia fosforia ja 840 tonnia typpeä. Fosforikuormitus oli näin ollen 24 % ja typpikuormitus 11 % pienempi vuosina 2005–2009 kuin vuosina 1994 - 1998. Mm. kalankasvatuksen ja yhdyskuntajätevesien ravinnekuorma on vähentynyt.

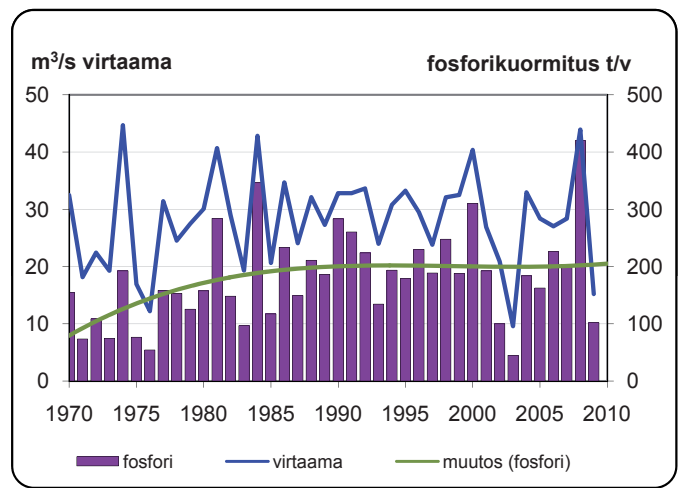


Kuva 15a. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) yhteenlaskettu vuotuinen keskivirtaama sekä fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormitus vuosijaksoina 1970 - 1989 ja 1990 - 2009 (kiintoaine 2008 asti).

Kuva 15b. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) keskimääräinen vuotuinen fosfori-, typpi- ja kiintoainepitoisuus vuosijaksoina 1970 - 1989 ja 1990 - 2009 (kiintoaine 2008 asti).

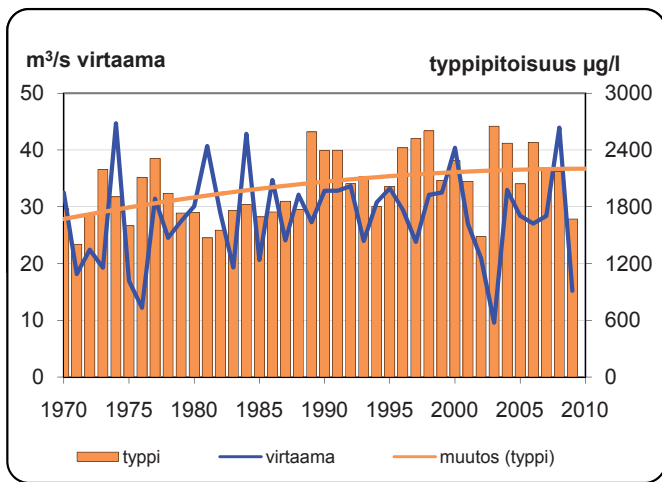


a)

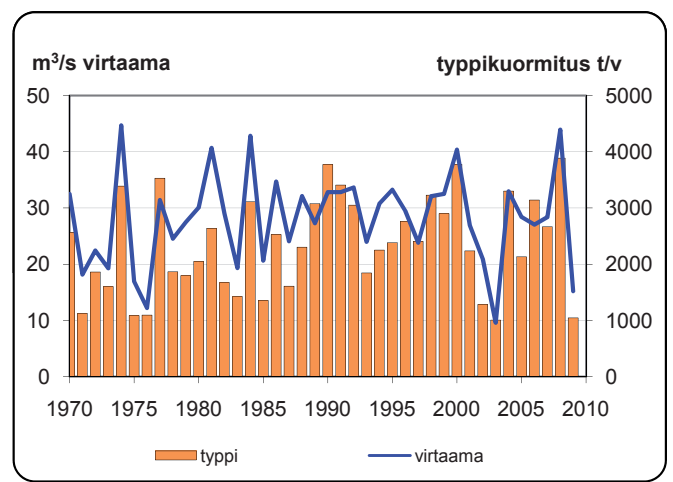


b)

Kuva 16. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) vuotuinen yhteenlaskettu keskivirtaama sekä a) kokonaisfosforin keskimääräinen pitoisuus ja b) yhteenlaskettu fosforikuormitus mereen vuosina 1970 - 2009. Vihreät viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää fosforin muutosta.

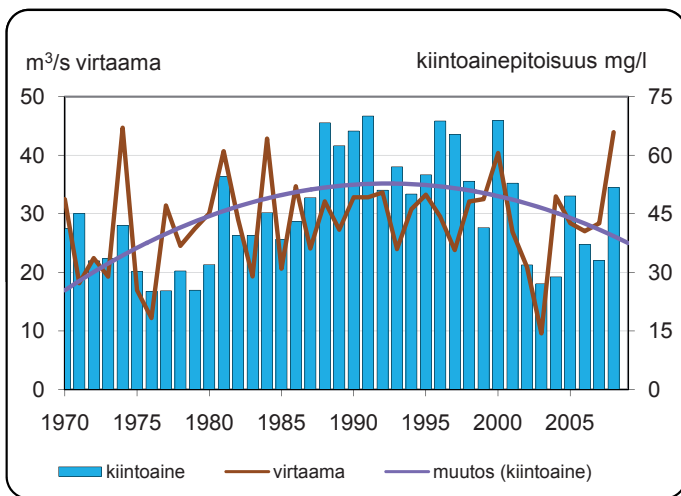


a)

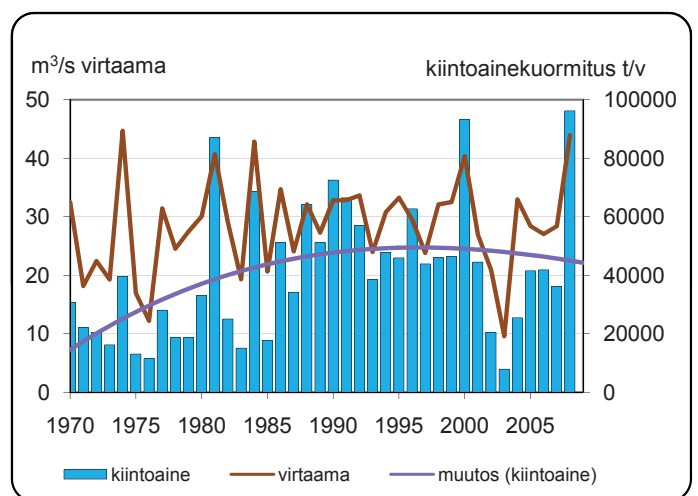


b)

Kuva 17. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) vuotuinen yhteenlaskettu keskivirtaama sekä a) kokonaistypen keskimääräinen pitoisuus ja b) yhteenlaskettu typpikuormitus mereen vuosina 1970 - 2009. Oranssit viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää fosforin muutosta.



a)



b)

Kuva 18. Neljän suurimman Saaristomereen laskevan joen (Paimionjoki, Kiskonjoki-Perniönjoki, Aurajoki, Uskelanjoki) vuotuinen yhteenlaskettu keskivirtaama sekä a) karkean kiintoaineen keskimääräinen pitoisuus ja b) yhteenlaskettu kiintoainekuormitus mereen vuosina 1970 - 2008. Siniset viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää fosforin muutosta

Muut ongelmat ja uhat

Ravinnekuormitus ja rehevöityminen eivät ole Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen ainut ongelma, vaan meri on ympäristökysymyksiltään moniongelmainen. Ravinteiden lisäksi myrkylliset ja haitalliset aineet vaarantavat meren hyvinvointia. Haitta-aineita päätyy mereen monista lähteistä kuten maataloudesta, teollisuus- ja asutujätevesien, ilmalaskeuman ja hulevesien mukana sekä laivojen ja veneiden pohjien eliönestomaaleista (ks. tietolaatikko). Monilla aineilla on suoria myrkyvaikutuksia, mutta jotkut voivat toimia sukupuolihormonien tavoin haitaten vesieliöiden lisääntymistä. Aineiden vaikutukset meren elämään tunnetaan toistaiseksi huonosti, erityisesti tiedot aineiden yhteisvaikutuksista ovat erittäin puuttellisia. Myrkyllisyys- ja vaikutustutkimuksia tulisikin lisätä pikaisesti.

Öljyn ja vaarallisten aineiden kuljetukset muodostavat suuren riskin meren hyvinvoinnille. Vaikka meriturvallisuus on jatkuvasti parantunut, koko Itämeren yllä leijuva suuren öljyonnettomuuden uhka kasvaa öljykuljetusten lisääntyessä. Muualta peräisin olevat vieraat eliöt, tulokaslajit, voivat muuttaa merialueen eliöyhteisöjä olennaisesti. Ruoppaukset ja ruoppausmassojen läjitys muuttavat merenpohjaa ja samalla eliöiden elinolosuhteita radikaalisti. Varsinkin satama-alueilta ruopattujen massojen läjitys mereen levittää haitallisia aineita. Laiva- ja veneliikenne kuluttavat rantoja varsinkin väylien varsilla. Ilmaston lämpenemisen on ennustettu lisäävän sademääriä etenkin talvella, mikä voi kasvattaa maalta vesistöihin tulevien ravinteiden määrää. Ilmastonmuutos voi niin ikään lisätä tulvia ja nostaa merenpintaa mannerjäätiköiden sulamisen seurauksena.

Kuva: Asko Sydänoja



Vaaralliset tinayhdisteet Saaristomerellä

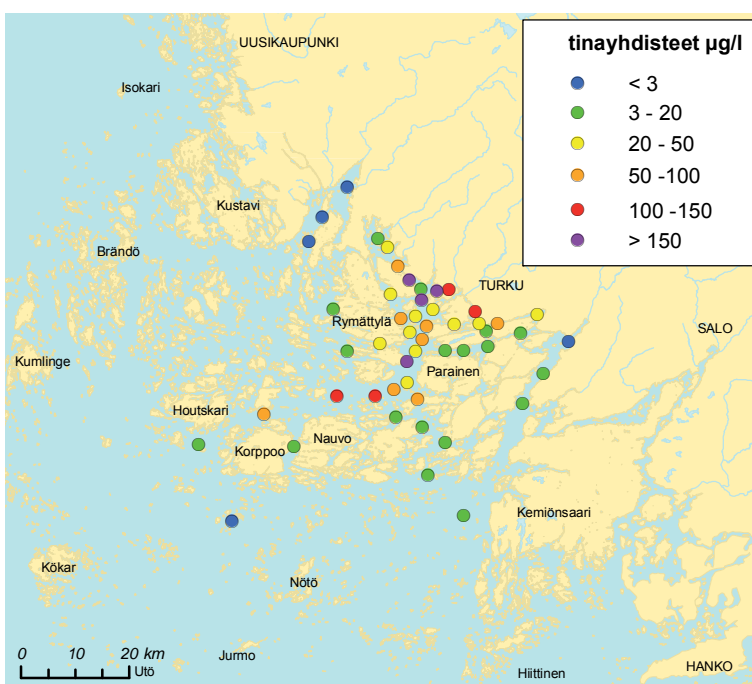
1960-luvulla kehitettiin uusia eliönestomaaleja (ns. antifouling-maaleja) estämään eliöiden kiinnittymistä laivojen ja muiden vedenalaisten rakenteiden pintoihin. Maalien tehoaineina oli aiemmin käytetty mm. arsenikkia, kuparia ja muita myrkyllisiä yhdisteitä. Aineiden haitallisuuden ja korkeahkon hinnan vuoksi siirryttiin käyttämään orgaanisia tinayhdisteitä, lähinnä tributyyliä (TBT) ja trifenyylitinaa (TPT). Orgaaniset tinayhdisteet osoittautuivatkin hyvin tehokkaiksi ja suhteellisen edullisiksi tehoaineiksi maaleihin.

Ei kestänyt kuitenkaan kauan, kun havaittiin orgaanisten tinayhdisteidenkin olevan haitallisia merieliöstölle. 1970-luvulla Ranskan rannikon osteriviljelmien tuotto romahti ja syyksi paljastui orgaanisten tinayhdisteiden aiheuttama ns. imposex-ilmiö, jota on tavattu muillakin simpukkalajeilla. Ilmiöllä tarkoitetaan koiraan sukuelinten kasvua naarasyksilöille ja hedelmättömyyttä. Myöhemmissä tutkimuksissa on tinayhdisteiden havaittu aiheuttavan muillekin merieliöille hormonaalisia vaikutuksia ja heikentävän vastustuskykyä. Vastaavia vaikutuksia on arveltu olevan myös ihmisillä, jotka altistuvat tinayhdisteille lähinnä syödessään organotinapitoisia meren eliöitä. Juuri minkään muun aineen ei ole todettu aiheuttavan eliöille haittaa niin pieninä pitoisuuksina kuin orgaanisten tinayhdisteiden. Orgaanisten tinayhdisteiden on todettu olevan haitallisempia kuin minkään muun ihmisen meriympäristöön kulkeutuneen myrky.

Euroopan yhteisö päätti kieltää alueellaan orgaanisten tinayhdisteiden käytön pienissä alle 25 m pitkissä aluksissa vuodesta 1991 alkaen ja vuodesta 2003 kielto laajeni koskemaan kaikkia aluksia. Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n sopimuksen mukaan tinayhdisteitä sisältävien maalien käyttö laivojen käsittelyssä kiellettiin vuoden 2003 loppuun mennessä. Täyskielto astui voimaan vuoden 2008 alussa, johon mennessä organotinoja sisältävät maalit täytyi joko poistaa tai ylimaalata.

Kesällä 2005 suoritettiin laaja tutkimus, jossa selvitettiin Saaristomeren pohjasedimenttien ja kalojen organotinapitoisuuksia sekä TBT:n biologisia vaikutuksia liejusimpukoihin. Tinayhdisteitä löytyi valtaosasta tutkituista paikoista (kuva 19). Myös osasta kaloja löydettiin hyvin korkeita organotinapitoisuuksia ja simpukoiden todettiin kerryttävän elimistönsä tinayhdisteitä sekä kuolevan korkeissa TBT-pitoisuuksissa. Saaristomeren organotinayhdisteet ovat peräisin pääosin suoraan laivojen pohjista, mutta myös korjaustelakat ovat ilmeisesti olleet keskeisiä päästölähteitä. Korjaustelakoilla poistetaan vanhoja myrkkymaaleja hiekkapuhaltamalla, minkä seurauksena irronnutta maalia voi huuhtoutua mereen telakka-allasta puhdistettaessa. Lisäksi ruopattaessa ja ruoppausmassoja läjitettäessä näitä myrkyllisiä yhdisteitä pääsee uudelleen kiertoon.

Tulokset antoivat kuvan orgaanisten tinayhdisteiden levinneisyydestä Saaristomerellä: tinaa löytyi lähes kaikkialta tutkitulta alueelta. Lisäksi saatiin tärkeää tietoa TBT:n vaikutuksista Saaristomeren eliöihin. Projektin aikana ilmeni myös, kuinka vähän näiden vaarallisten myrkkujen vaikutuksista, käyttäytymisestä ja levinneisyydestä Saaristomerellä tiedetään. Vaikka organotinojen käyttö eliönestomaaleissa on nykyään kielletty, voi niitä esiintyä meressä vielä pitkään. Onkin tärkeää, että organotinatuutkimusta Saaristomerellä jatketaan. Muidenkin orgaanisten tinayhdisteiden kuin TBT:n vaikutuksiin olisi perehdyttävä; mm. organotinojen hajoamistuotteiden haitallisuus on maailmanlaajuisestikin vielä epäselvää. Orgaanisten tinayhdisteiden kulkeutuminen ravintoketjussa tunnetaan huonosti.



Kuva 19. Orgaanisten tinayhdisteiden yhteispitoisuudet Saaristomeren pohjasedimentissä (ylin 5 cm) kesällä 2005. Eniten tinayhdisteitä löytyi satamien ja telakoiden läheisyydestä.

4 Ravinteet, plankton ja meren elämä

Fosfori ja typpi määräävät rehevyyden

Merien elämä perustuu levien ja vesikasvien yhteyttämiseen ja kasvuun. Levät ja kasvit tarvitsevat kasvuunsa ja elintoimintoihinsa ravinteita, joista useimpia on luonnonvesissä riittävästi. Fosforista, typestä tai molemmista on useimmiten kuitenkin pulaa, ja niiden puute rajoittaa levien kasvua. Vesistöjen rehevöityminen johtuu tyypin ja fosforin määrän lisääntymisestä. Eräiden leväryhmien kasvua voi rajoittaa myös jonkin muun aineen puute. Esimerkiksi pii on keskeinen piilevien kuoren ainesosa.

Ravinteet esiintyvät meressä eri muodoissa. Fosforia on sitoutuneena eliöihin (levät, vesikasvit, selkärangattomat ja selkärangattomat eläimet, mikrobit) ja erilaisiin hiukkasiin, liuenneena fosfaattifosforina ja liuenneena orgaanisena fosforina. Fosfaattifosfori on levien kasvun kannalta keskeinen fosforin muoto.

Myös typestä osa on sitoutunut eliöihin. Liuenneena tyypeä on epäorgaanisessa muodossa ammoniumina, nitraattina ja nitriittinä sekä orgaanisessa muodossa ureana ja liuenneena orgaanisina yhdisteinä. Näistä ammoniumtyppi ja nitraattityppi ovat levien ja muiden kasvien kannalta käyttökelpoisessa muodossa olevaa tyypeä. Eniten tyypeä on vedessä kaasumaisessa muodossa liuenneena. Tämä ns. molekulaarinen typpi on useimmille leville sopimattomassa muodossa. Vain eräät sinilevät pystyvät käyttämään kasvuunsa molekulaarista tyypeä, mikä takaa niille käytännössä rajattoman typpilähteen.

Tässä raportissa ravinteista tarkastellaan pääasiassa kokonaisfosforia ja kokonaistyyppiä, jotka ilmaisevat fosforin ja tyypin kokonaismäärät vedessä (sekä liuenneen että epäorgaaniseen ja orgaaniseen ainekseen sitoutuneiden ravinteiden määrän). Veteen liunneet epäorgaaninen fosfori (= fosfaattifosfori) ja epäorgaaninen typpi (=ammoniumtyppi

ja nitraattityppi) ovat leville suoraan käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita.

Maakasvien ja -eläinten tapaan myös vesieliot tarvitsevat hengitykseensä happea. Vedessä happi esiintyy liuenneessa muodossa. Pintavedessä happea on lähes poikkeuksetta riittävästi, mutta alusvedessä hapen määrä alenee varsinkin kesällä happea kuluttavan hajotustoiminnan ja veden kerrostuneisuuden vaikutuksesta ja paikoin happi voi loppua kokonaan. *Happipitoisuus* on keskeinen pohjanläheisestä vedestä mitattava suure, joka kertoo mm. pohjaeläinten ja kalojen elinmahdollisuuksista ja sisäisen kuormituksen riskistä.

a-klorofylli kuvaa vedessä elävien planktonien määrää. *Näkösyvyys* kertoo veden kirkkaudesta/sameudesta ja orgaanisten ja epäorgaanisten hiukkasten määrästä: mitä kirkkaampi vesi sitä suurempi näkösyvyys. Käytännössä näkösyvyys tarkoittaa syvyyttä, johon ns. valkolevy (Secchilevy) tai vesinäytteenottimen valkoinen kansi erotuu pinnasta katsottuna.

Ravinteiden ja planktonin vuosirytmii

Tämän kappaleen kuvat toimivat esimerkkinä; ne ovat Seilin intensiiviseurantapaikan vedenlaatutuloksia vuosilta 2005 – 2006.

Talvella meren elämä on lepotilassa

Meriveden fosforin ja tyypin määrät ja olomuodot vaihtelevat huomattavasti vuoden mittaan (kuva 20). Myös eliöitten määrässä ja lajistossa on useissa eliöryhmissä suuria vuodenaikaisia eroja. Talvella levät ja vesikasvit ovat pääasiassa lepotilassa tai lepomuotoina, eivätkä kasva, koska valoa ei ole riittävästi yhteyttämiseen ja vesi on kylmää. Koska kasvit eivät myöskään kuluta ravinteita, on

Minimiravinne

Kasviplankton vastaa suurimmasta osasta merten perustuotantoa ja on keskeinen rehevöitymisen indikaattori. Yleensä kasviplanktonin määrää mitataan sen sisältämän a-klorofyllin avulla.

Fosforia ja typpeä lukuun ottamatta on vesistöissä yleensä riittävästi ravinteita kasviplanktonlevien kasvun kannalta. Levät tarvitsevat typpeä ja fosforia keskimäärin painosuhteessa 7:1. Typpi rajoittaa perustuotantoa, mikäli planktonleville käyttökelpoisen typen ja fosforin määrasuhde on selvästi alle seitsemän. Fosfori on vesistön minimiravinne, jos suhde on selvästi yli seitsemän. Kun suhde on lähellä seitsemää, voivat molemmat ravinteet säädellä tuotantoa.

Niin kauan kuin fosforista ja tyypeä ei ole puutetta, eivät ravinteet rajoita levien kasvua riippumatta siitä mikä ravinteiden välinen suhde on. Tällöin ravinnesuhde ilmaisee kuitenkin sen, kumpi ravinteista todennäköisesti ensin loppuu, jos muut tekijät eivät rajoita levien kasvua.

Kasvisolut pystyvät käyttämään kasvuunsa vain liuenneessa muodossa olevaa epäorgaanista fosforia ja typpeä. Tästä syystä kokonaistypen ja -fosforin välinen suhde ei anna ravinnerajoitteisuudesta luotettavaa käsitystä, sillä suuri osa ravinteista on sitoutunut orgaaniseen ja epäorgaaniseen ainekseen, eikä ole leville ainakaan suoraan käyttökelpoisessa muodossa. Epäorgaanisen typen ja fosforin suhde antaa kuitenkin minimiravinteesta paremman kuvan.

Ravinnerajoitteisuutta voidaan tutkia myös kokeellisesti kasvatamalla leviä laboratoriossa tai koealtaissa. Kokeilla saadaan yleensä luotettavin käsitys siitä, kumpi ravinteista levätuotantoa säätelee.

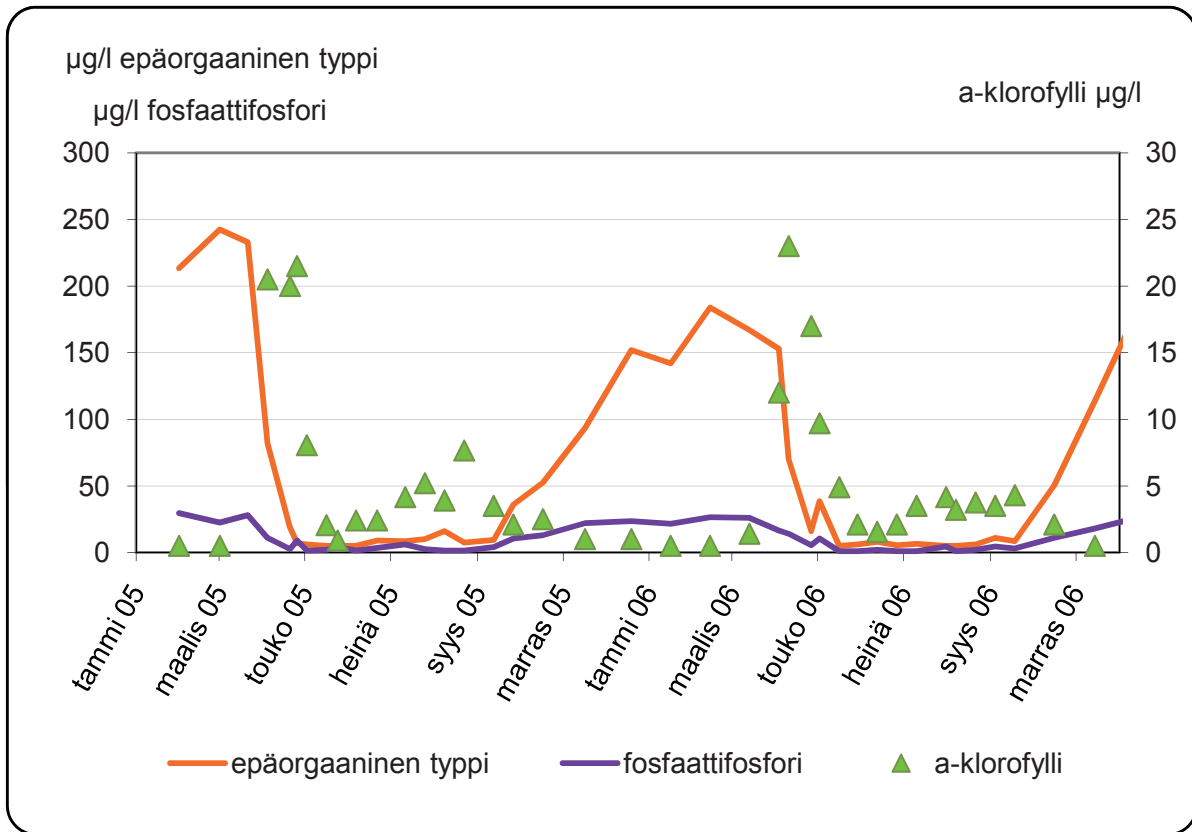
vedessä talvella runsaasti leville käyttökelpoista epäorgaanista fosforia ja typpeä. Huomattava osa tyypeä ja fosforista onkin talvella epäorgaanisessa muodossa. Talvella vesi on useimmiten sekoittunut, ja ravinteet ovat jakautuneet melko tasaisesti koko vesikerrokseen lukuun ottamatta jokien vaikutusalueita ja muita vesialueita, joihin tulee valumavesiä maalta. Happpitilanne on Saaristomerellä talvisin yleensä hyvä pinnasta pohjaan (kuva 20 c).

Kevätkukinta kuluttaa ravinteet pintavesikerroksesta

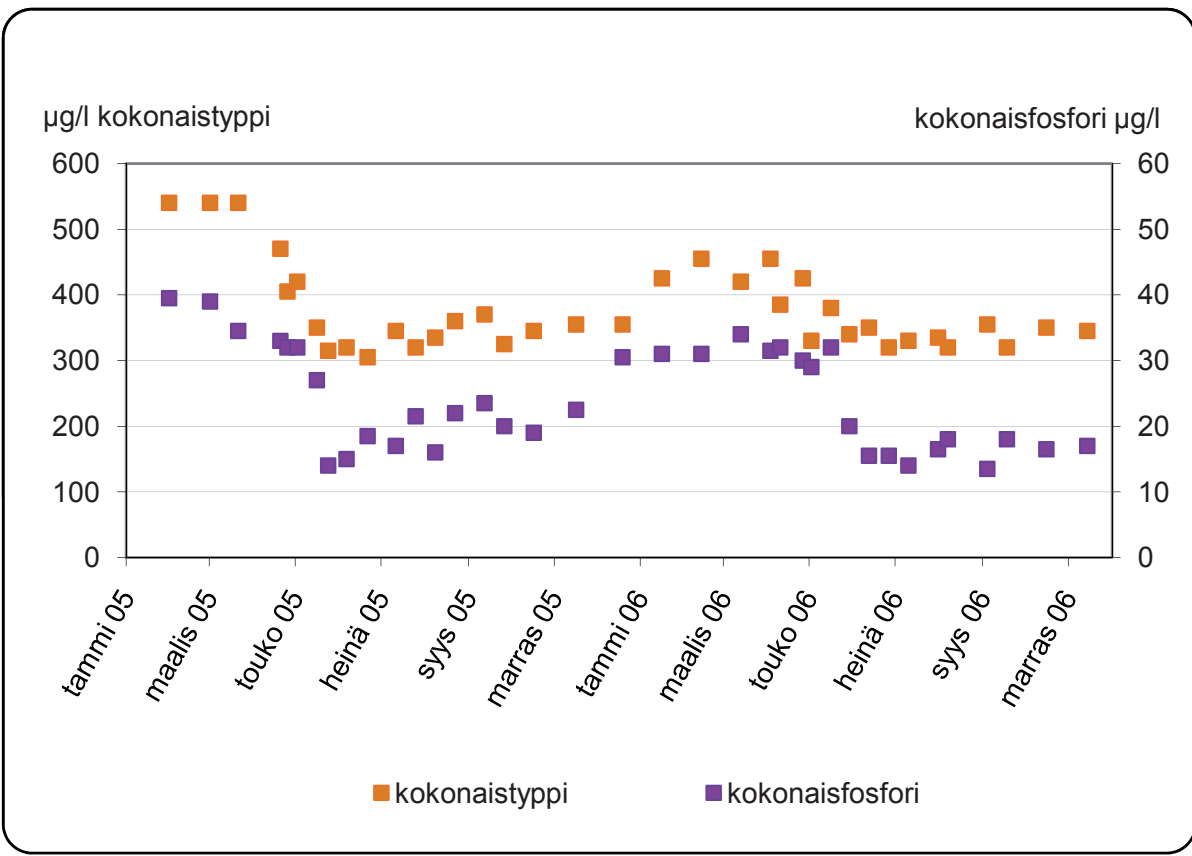
Keväällä valon määrän lisääntyessä levät alkavat jälleen kasvaa ja sitoa ravinteita. Yleensä tämä tapahtuu maaliskuun lopulla tai huhtikuussa jäiden lähdettyä, mutta levien kasvu voi alkaa jo jään alla, mikäli jään läpi pääsee riittävästi valoa levien yhteyttämistä varten.

Kasviplanktonin keväistä voimakasta kasvua kutsutaan kevätkukinnaksi, jonka valtalajeina ovat piilevät ja panssarisiimalevät. Suuri osa koko vuoden kasviplanktonituotannosta syntyy kevätkukinnan aikana ja planktonlevien runsautta kuvaavan a-klorofyllin vuotuinen huippu onkin silloin (kuva 20a). Kuollessaan levät vajoavat pohjaan ja vievät suurimman osan sisältämistään ravinteista mukanaan, sillä keväällä vedessä on vain niukasti eläinplanktonia, joka söisi kasviplanktonia ja kierrättäisi ravinteita pitäen ne päällysvesikerroksessa. Levät kuluttavatkin epäorgaaniset ravinteet loppuun pintavesikerroksesta yleensä muutamassa viikossa (kuva 20a). Koska useimmat levät tarvitsevat epäorgaanista typpeä ja fosforia tietyssä suhteessa (Minimiravinne), voi suhteellisesti enemmän ollutta ravinnetta jäädä kevätkukinnan jälkeen päällysvesikerrokseen jäljelle. Tällä voi olla vaikutusta kesän sinileväkukintoihin. Mikäli päällysveteen jää epäorgaanista fosforia, voi keski- ja loppukesällä esiintyä sinileväkukintoja, jos olosuhteet sinilevien kasvulle ovat muuten suotuisat.

Ravinteiden loppumiseen vaikuttaa myös se, että pintaveden lämmitessä vesi alkaa kerrostua lämpötilan mukaan (kuva 20d). Vesi ei enää sekoitu pystysuunnassa, minkä seurauksena ravinteiden kulku alusvedestä pintaveteen estyy. Kerrostuneisuus voimistuu pikku hiljaa ja kesällä vesi on yleensä selvästi kerrostunut lämpötilan suhteen. Lämpimän päällysveden alapuolella 10–25 metrin syvyydessä on harppauskerros, jossa lämpötila laskee jyrkästi usein muutaman metrin matkalla (kuva 20d). Harppauskerros erottaa lämpimämmän pintaveden ja kylmemmän alusveden toisistaan. Kylmintä vesi on lähellä pohjaa. Saaristomerellä vesi kerrostuu yleensä 10–15 metriä syvemmällä vesialueilla, mutta suojaisilla alueilla kerrostuneisuus voi ainakin ajoittain muodostua matalampankin veteen.



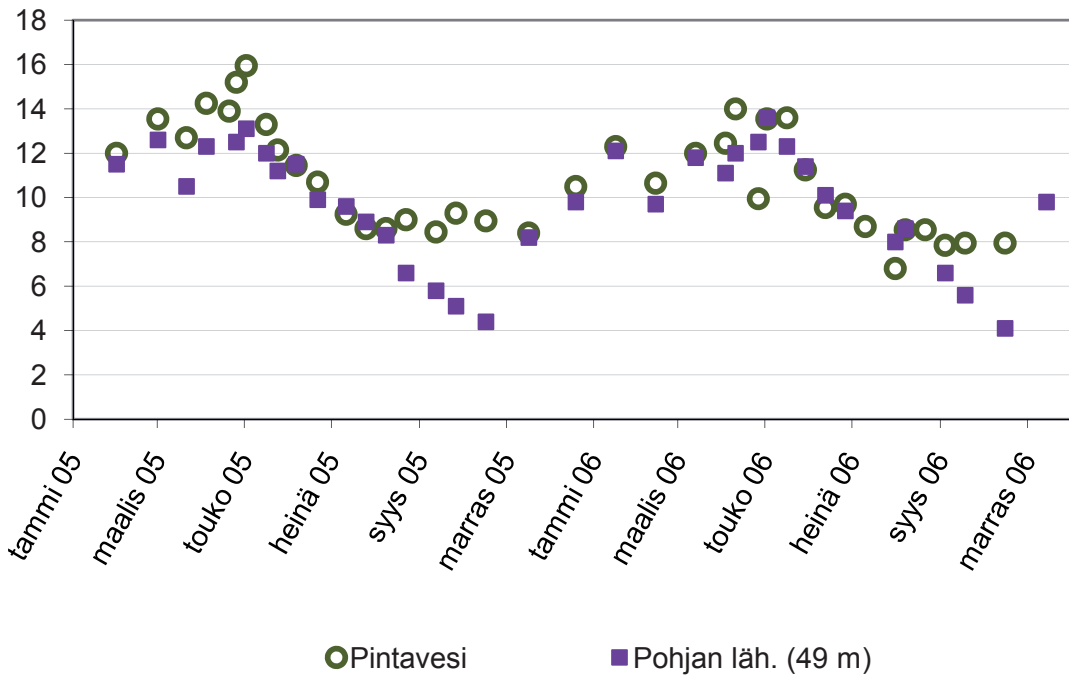
a)



b)

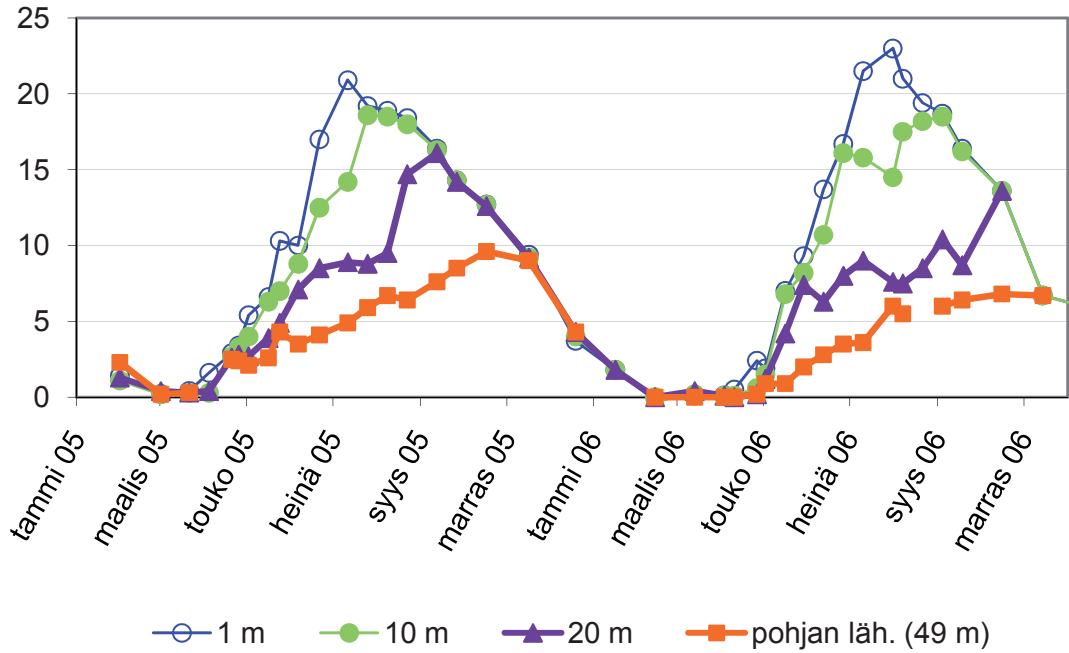
Kuva 20. Ravinteiden ja hapen määrän sekä lämpötilan vaihtelu Seilin intensiiviasemalla vuosina 2005 – 2006: a) pintaveden epäorgaanisen typen, fosfaattifosforin ja a-klorofyllin pitoisuudet, b) pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet, c) pintaveden ja pohjanläheisen veden happipitoisuus, d) lämpötila eri syvyyksillä

µg/l happi



c)

°C lämpötila



d)

Ravinteiden määrä vedessä kasvaa kesän mittaan

Kevätkukinnan jälkeen loppukevällä ja alkukesällä pintavesikerroksessa on yleensä vain vähän levien kannalta käyttökelpoisia ravinteita ja levämäärät ovat vähäisiä (kuva 20a). Puhutaan alkukesän minimistä. Myös alusveden ravinnepitoisuudet ovat tuolloin yleensä alimmillaan.

Pintaveden ravinnepitoisuudet ja levämäärät alkavat kohota kesän mittaan (kuva 20a ja b). Kokoamista aiheuttavat useat tekijät. Matalilla vesialueilla, missä vesi ei ole kerrostunut ja aallot ja virtaukset sekoittavat veden pohjaa myöten, tulee ravinteita takaisin veteen ja levien käyttöön muun muassa kevätkukinnan aikana pohjaan vajonneiden kuolleiden levien hajotessa.

Kuollutta planktonia kertyy erityisesti syvänteisiin, missä planktonin hajoaminen kuluttaa happea. Varsinkin sellaisissa syvänteissä, joiden vesi vaihtuu huonosti, seurauksena on yleensä hapenpuute. Jos happi loppuu, voi pohjasedimentistä vapautua ravinteita pohjanläheiseen veteen suuriakin määriä (ks. sisäinen kuormitus s. 25). Yleensä lämpötilan harppauskerros rajoittaa ravinteiden pääsyä pintaveden ja levien käyttöön. Kumpuamisen seurauksena päällysveteen voi kuitenkin tulla runsaastikin alusvettä ja ravinteita. Kumpuaminen tarkoittaa alusveden nousua pintaan voimakkaiden tuulten vaikutuksesta. Saaristomerellä ja ilmeisesti myös Ahvenanmaalla kumpuaminen on harvinaisempaa kuin esimerkiksi Suomenlahdella.

Kasviplanktonin valtalajeina ovat loppukesällä sinilevät. Eräät sinilevät pystyvät sitomaan veteen liuenutta kaasumaista typpeä, minkä johdosta niillä on typpeä käytettävissä käytännössä rajattomasti.

Levien kuollessa niiden sisältämistä ravinteista osa vapautuu jo pintavesikerrokseen lisäten näin levien kannalta käyttökelpoisten ravinteiden määrää. Kesällä levätuotanto perustuu paljolti ravinteiden kiertoon pintavesikerroksessa, mutta myös kaikki ulkoinen kuormitus lisää ravinteita pintaveden. Ravinnevalumat maalta ovat kesällä yleensä pieniä, mutta mikäli sataa runsaasti, voi maalta tulla valumavesiä ja niiden mukana ravinteita mereen kesälläkin. Yleensä epäorgaanisen fosforin ja typen määrät ovat kesällä pintavedessä pieniä, koska levät sitovat ravinteet vedestä nopeasti. Monet levät pystyvät varastoimaan ravinteita tulevaa käyttöä varten.

Syksyllä kasvu hiipuu, ravinteet vapautuvat ja vesi sekoittuu

Syksyllä, kun valon määrä vähenee ja vedet jäähtyvät, levien ja vesikasvien yhteyttämisteho heikkenee, ja lopulta kasvu hiipuu lähes kokonaan. Suurin osa plankton- ja rihmaleivistä, vesikasveista ja eläinplanktonista kuolee syksyllä ja vain lepomuodot säilyvät talven yli. Eliöiden kuollessa ja hajotessa niistä vapautuu fosfaattifosforia ja ammoniumtyppeä, jotka kertyvät veteen (kuva 20a). Ammoniumtyyppi hapettuu lähes kokonaan nitraattitypeksi. Ulkoinen kuormitus lisää veden ravinnemäärää talven mittaan varsinkin kuormituslähteiden lähistöllä.

Toinen keskeinen tekijä, joka vaikuttaa ravinteiden määrään ja pystysuuntaiseen jakautumiseen vedessä on syyskierto. Kesällä vallinnut kerrostuneisuus, joka on johtunut veden lämpötilaerojen aiheuttamista tiheyseroista, purkautuu syksyllä pintaveden jäähtyessä ja veden syvyyssuuntaisten lämpötilaerojen tasoittuessa. Samalla myös syvyysuuntaiset ravinne- ja happipitoisuuksien erot tasoittuvat, ja ravinnepitoisuudet kasvavat pintavedessä, kun sinne tulee ravinteita syvemmistä vesikerroksista (kuva 20). Saaristomerellä syyskierto tapahtuu yleensä lokakuussa. Kovat tuulet usein edesauttavat kerrostuneisuuden purkautumista.



Vesinäytteenottoa Saaristomerellä. Kuva: Janne Suomela

Mitä, missä ja milloin vedestä mitataan

Ajankohdat ja muuttajat

Tämä raportti keskittyy veden laatuun keski-loppukesällä (heinäkuun alku – syyskuun alkupuoli) ja keski-loppupalvella (tammikuun puoliväli – maaliskuun puoliväli). Kesäajalta tarkastellaan pintaveden kokonaisfosforin, kokonaistyypen ja a-klorofyllin pitoisuuksia sekä näkösyvyyttä. Pohjanläheisestä vedestä tarkastellaan kesäajalta kokonaisfosforin ja kokonaistyypen pitoisuuksia sekä happitilannetta. Ajoittain viitataan myös epäorgaanisen fosforin ja tyypen määriin, mutta itse tuloksia ei esitetä. Talviajalta esitetään pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistyypen pitoisuudet.

Heinäkuu – syyskuun alku on valittu edustamaan kesäaikaa, koska veden laatu on silloin yleensä melko vakaa, se on virkistyskäytön kannalta keskeistä aikaa ja valtaosa näytteistä otetaan tuolloin. Loppupalven ravinnepitoisuudet, erityisesti epäorgaanisen fosforin ja tyypen pitoisuudet, kuvastavat puolestaan sitä ravinne määrää mikä kasviplanktonilla on käytettävänä, kun perustuotanto keväällä alkaa. Varsinkin sisäsaaristossa myös kevään sulamisvesien mukana tuleva fosfori ja typpi vaikuttavat kasviplanktonin saatavilla olevien ravinteiden määrään.

Seurantapaikat

Seurantapaikat sijaitsevat yleensä selkävesillä, jotta ne edustaisivat kunkin alueen keskimääräistä veden laatua. Tästä johtuen ne eivät aina kuvaa kovin hyvin esim. samalla alueella sijaitsevia suojaista lahtia, jotka voivat varsinkin väli- ja ulkosaaristossa olla rehevämpiä kuin ympäröivä vapaa vesi.

Varsinais-Suomen puoleiselta Saaristomereltä on kesäaineistossa mukana kaikkiaan 90 veden laadun seuranta-paikkaa ja talviaineistossa 35 paikkaa. Yleiskatsauksen aineiston muodostavat Varsinais-Suomen ELY-keskuksen Saaristomerellä sijaitsevat seurantapaikat (kesäajalta muuttujasta riippuen 60 - 70 paikkaa ja talvikaudelta 20 paikkaa) sekä osa ns. velvoitetarkkailupaikoista. Velvoitetarkkailupaikkoja, joita on mukana n. 30 kpl, on erityisesti sisäsaaristosta ja Kustavin alueelta, missä ELY-keskuksen seurantaverkko on harva. Osa-aluekohtaiseen tarkasteluun on valittu yleiskatsauksen paikoista sellaiset, joista on pitkä ja edustava havaintosarja. Velvoitetarkkailulla toiminnanharjoittajat (jätevedenpuhdistamot, teollisuuslaitokset, kalankasvatustilat ym.) seuraavat toimintansa vaikutusta vesistöön. Tarkailusta määrätään ympäristöluvissa.

Ahvenanmaalla käynnistettiin laaja veden laadun seurantaohjelma 2000-luvun alkupuolella. Yleiskatsauksen tulokset perustuvat tähän pintavesien kartoitukseen, jossa otetaan näytteet runsaalta 90 paikalta kolme kertaa kesässä (heinäkuu – syyskuun alkupuoli).

Ahvenanmaan osa-alueittain esitettävien aikasarjakuvien aineistona ovat kolme pitkäaikaista seurantapaikkaa sekä ns. intensiivipaikat, joiden näytteenotto aloitettiin vuosina 2000 ja 2003. Ahvenanmaan merialueelta otetaan vähän talvinäytteitä, joten talvikaudelta on tuloksia vain neljältä paikalta.

Näytemäärät ja näytteenottosyvyydet

Vuosittaiset tulokset perustuvat talviajalta yleensä yhteen näytteenottokertaan ja kesäajalta paikasta riippuen joko yhteen näytteenottokertaan tai 2 - 3 kerran keskiarvoon. Näytteenottotiheys on lisääntynyt vuosien mittaan ja 2000-luvulla näytteenottokertoja on ollut useimmilla seurantapaikoilla kolme. Intensiiviseurannan paikoilta otetaan heinä-elokuussa kuitenkin 4 - 5 näytettä ja eräiltä muiltakin paikoilta keskiarvot perustuvat joinakin vuosina neljään näytekertaan.

Yleiskatsauksessa esitettävät pintaveden ravinnepitoisuudet ovat joko 1 ja 10 m syvyyksistä otettujen näytteiden keskiarvoja tai 1 m syvyydestä otettujen näytteiden tai kokoomanäytteiden ravinnepitoisuuksia. Kokoomanäyte otetaan pinnasta kaksinkertaisen näkösyvyyden syvyyteen koko kyseiseltä syvyydeltä tai yhdistämällä 1 tai 2 metrin välein otetut osanäytteet. Kokoomanäytteen ottosyvyys vaihtelee siis näkösyvyyden mukaan. Näytteitä ei kuitenkaan oteta yli 10 m syvyydestä. a-klorofyllin pitoisuus on määritetty kaikilta Varsinais-Suomen puoleisilta seurantapaikoilta kokoomanäytteestä ja Ahvenanmaan pintakartoituspaikoilta 1 m syvyydestä.

Osa-alueittain esiteltävien seuranta paikkojen pintaveden ravinnetulokset ovat pääasiassa 1 ja 10 m keskiarvoja. Noin kymmeneltä rannikon läheiseltä matalan veden (alle 10 m) paikalta (Mynälahdella, Turun edustalla, Paimionlahdella ja Halikonlahdella) mukaan on otettu vain 1 metrin ravinnepitoisuudet, jotta pohjanläheisen veden korkeammat pitoisuudet eivät aiheuttaisi tuloksiin lisävaihtelua. Pohjanläheisen veden näyte on kaikissa tapauksissa otettu 1 m pohjan yläpuolelta.

Pintaveden näytteenottosyvyyksien vaihtelee siis jonkin verran seurantaohjelmasta ja paikasta riippuen. Muutoksia on tapahtunut myös ajan mittaan. Pintavesikerroksen (0 – 10 m) eri osista otettujen näytteiden ei ole havaittu eroavan systemaattisesti toisistaan, joten näytteenottosyvyydeltään hieman eroavien paikkojen tarkasteleminen yhdessä on mahdollista. Niiltä paikoilta, joilta on olemassa tulokset 1 ja 10 m syvyyksiltä, on käytetty molempien keskiarvoa, koska se parantaa tuloksen luotettavuutta.

Pohjanläheisen veden näytteet otetaan 1 metri pohjan yläpuolelta. Talvenaikaisia pohjanläheisen veden ravinnepitoisuuksia ei raportissa käsitellä. Talvella pinnan ja pohjan ravinnepitoisuuksien erot ovat Saaristomeren väli- ja ulkosaaristossa yleensä huomattavasti pienempiä kuin kesällä, mikä johtuu vesimassan talviaikaisesta tasalämpöisyydestä ja sekoittumisesta. Sen sijaan rannikon lähellä suurten jokien vaikutusalueella ravinnepitoisuudet voivat talvisin olla huomattavasti korkeampia pintavedessä kuin syvemmillä. Erityisesti suoja-aiden aikaan ero pintaveden ja alusveden välillä voi olla suuri. Tämä johtuu siitä, että jokien mukanaan tuoma vähäsuolainen ja ravinnepitoinen sulamisvesi kulkeutuu merelle jäänalaisessa pintakerroksessa, eivätkä vesikerrokset sekoitu helposti keskenään.

Näytteiden analysointi

Näytteet on vuosien mittaan analysoitu pääasiassa kolmessa eri laboratoriossa. Varsinais-Suomen puoleisen Saaristomeren näytteet on analysoitu Lounais-Suomen ympäristökeskuksen laboratoriossa tai Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen/Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimuksen laboratoriossa. Ahvenmaan näytteet on analysoitu Ahvenmaan maakuntahallituksen alaisuuteen kuuluvassa Ahvenmaan ympäristölaboratoriossa. Osan Ahvenmaan näytteistä on ottanut Åbo Akademin Husön biologinen asema.

Analyysit on tehty kulloinkin voimassa olleiden standardien mukaisesti. Eri aikoina käytössä olleet analyysit ovat vertailukelpoisia keskenään. Suurimmista muutoksista voidaan mainita a-klorofyllin analyysissä tapahtunut siirtyminen asetoniutosta etanoliuttoon vuoden 1994 alussa.

Tulosten esittäminen

Yleiskatsauksen nykytilaa kuvaavilla kartoilla esitetään muuttujakohtaisesti kunkin seuranta paikan pitoisuuden keskiarvo vuosilta 2004 – 2008. Muutosta kuvaavilla kartoilla esitetään pitoisuuden suhteellinen muutos tarkasteltavien aikajaksojen keskiarvojen välillä.

Osa-aluekohtaisissa aikasarjakuvissa esitetään muuttujien vuosikohtaiset keskiarvot. Mikäli tarkasteltavan veden laatumuuttujan ja ajan välinen riippuvuus on tilastollisesti merkitsevä vähintään 5 % riskitasolla, on riippuvuutta kuvaava viiva piirretty kuvaan.

5 Merialueen tilan yleiskatsaus

Saaristomeren luonnonoloja, ominaispiirteitä, ravinnekuormitusta ja tilaa ovat aiemmin käsitelleet monipuolisesti mm. Jumppanen & Mattila (1994) ja Kirkkala (1998). Saaristomeren veden laatua on tarkasteltu lisäksi Suomelan (2001) raportissa ja Suomelan ja Sydänojan katsauksessa (2006). Ahvenanmaan merialueen tilaa 1990-luvulla on esitelty Nummelinin (1999) toimittamassa raportissa. Ahvenanmaan vesien kuormitusta ja ekologista tilaa on käsitelty Ahvenanmaan vesienhoitosuunnitelmassa ja toimenpideohjelmassa (2009) ja Varsinais-Suomen puoleisen Saaristomeren kuormitusta ja tilaa julkaisuissa Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015 ja Varsinais-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015.

Tässä kappaleessa tarkastellaan Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen nykytilaa ja siinä tapahtuneita muutoksia. Yksityiskohtaisempaa tietoa löytyy osa-alueittaisista osioista.

Nykytila

Veden laatu ja merialueen tila vaihtelevat huomattavasti Saaristomeren ja Ahvenanmaan saariston eri osissa (kuvat 21 a-d). Ravinteiden ja levien määrä on pienimmillään ja vedet kirkkaimpia Ahvenanmaan länsi- ja pohjoispuolella sekä Varsinais-Suomen ja Ahvenanmaan välisen ulkosaariston keski- ja pohjoisosissa Kihdin – Teilin alueilla. Näillä alueilla paikallinen kuormitus on suhteellisesti pienintä ja varsinkin alueen pohjoisosissa Selkämeren niukkaravinteiset vedet lähellä. Sen sijaan kaakkoisen ja eteläisen Saaristomeren ulkosaaristossa (Kemiönsaaren eteläosassa ja Nauvon ja Korppoon pääsaarten eteläpuolisilla merialueilla) ravinnepitoisuudet ja levämäärät ovat suurempia kuin pohjoisemmilla ulkosaaristoalueilla. Tähän ovat syynä pääasiassa Suomenlahdelta ja etelämpää Itämereltä virtausten mukana tulevat ravinteet. Näkösyvyys on kuitenkin eteläisen Saa-

ristomeren ulko- ja länsiosissa samaa luokkaa kuin pohjoisemmassa ulkosaaristossa.

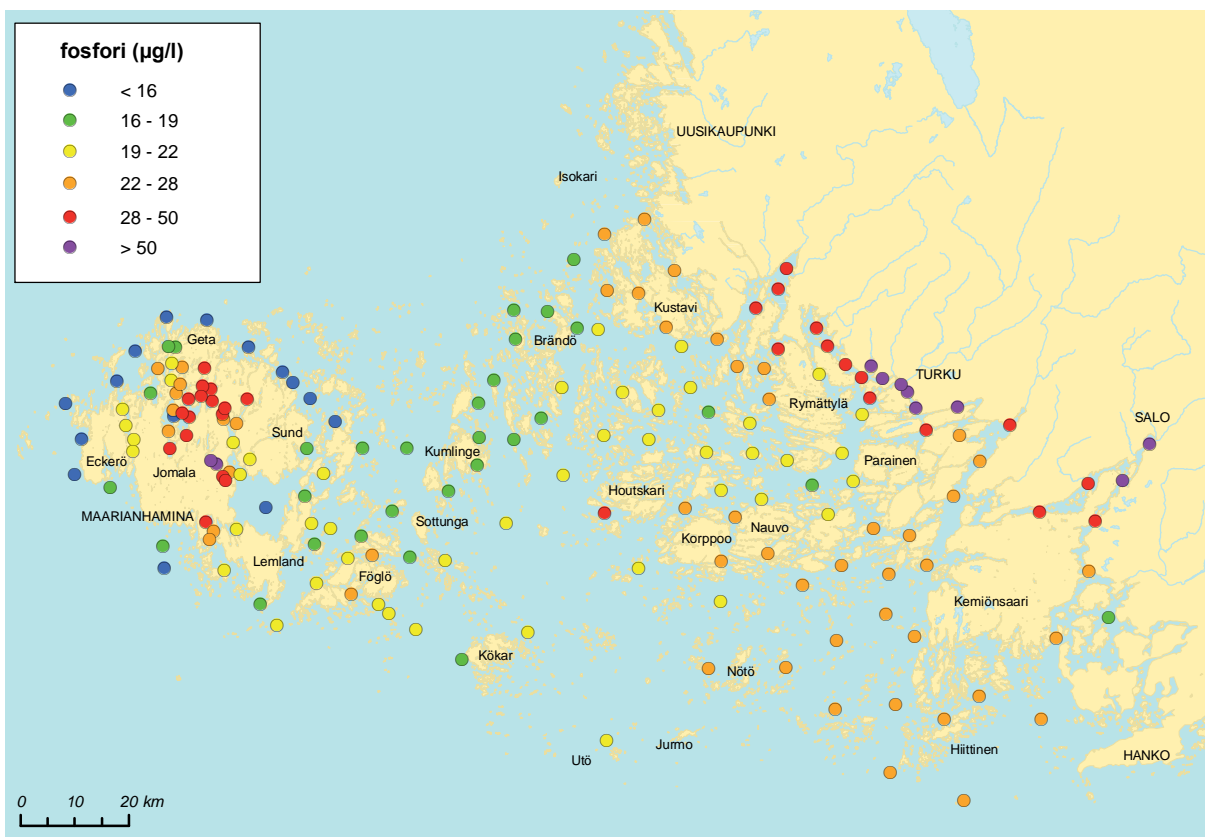
Veden laatu heikkenee rannikkoa lähestyessä (kuvat 21 a-d). Varsinais-Suomen puolella meri on rehevintä Turun edustalla ja mantereeseen työntyvissä suurissa lahdissa, joita kuormittavat erityisesti jokien tuoma hajakuormitus, paikoin myös yhdyskuntajätevedet. Ravinteiden ja planktonlevien määrät ovat suurimmat Halikon- ja Raisionlahden perukoissa. Ahvenanmaalla puolestaan pääsaaren monet sisälahdet ovat voimakkaasti rehevöityneitä paikallisen hajakuormituksen vaikutuksesta.

Miten veden laatu on muuttunut?

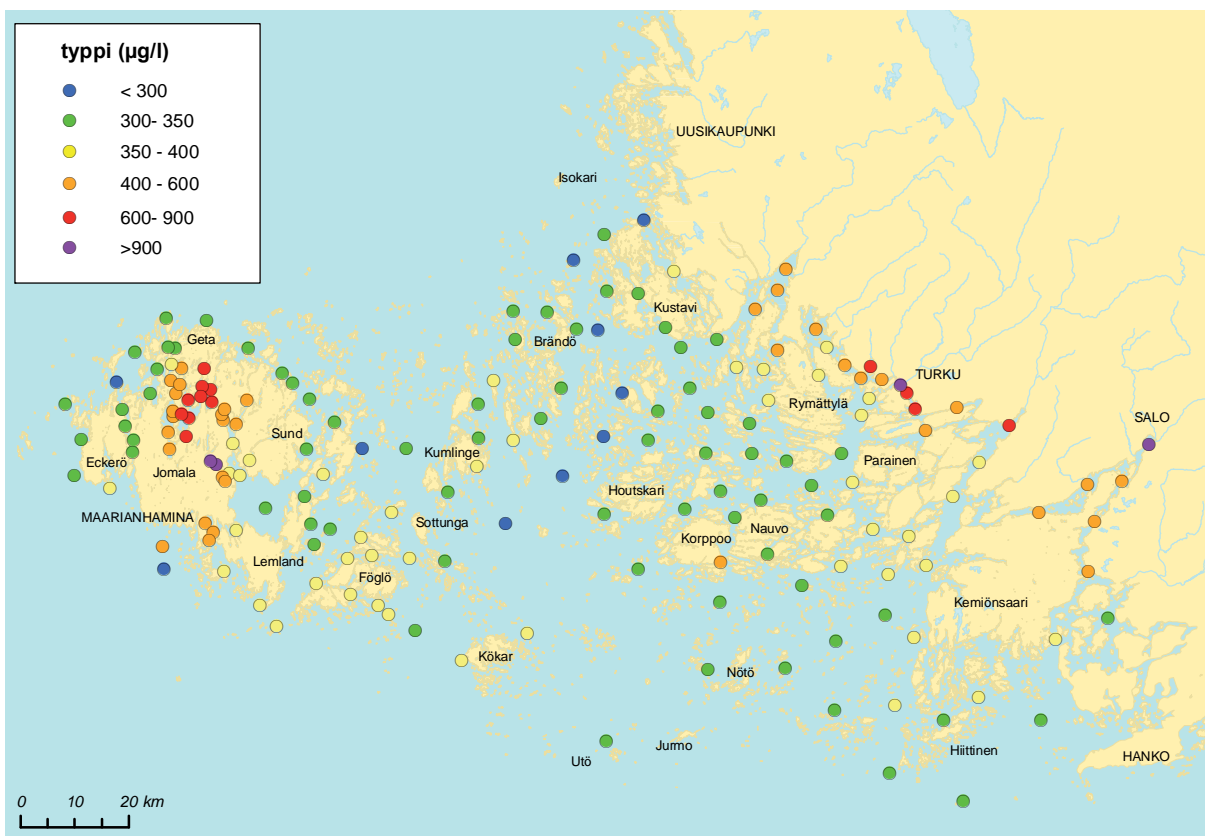
Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen rehevyydessä on ollut alueellisia eroja jo ennen ihmisen aiheuttaman ravinnekuormituksen kasvua. Ravinnepitoisuudet ja perustuotanto ovat luontaisesti suurempia rannikonläheisissä vesissä, jonne huuhtoutuu ravinteita maaperästä enemmän kuin ulompana saaristossa.

Matalat vesialueet olivat todennäköisesti myös ennen ihmisen vaikutusta jonkin verran rehevempiä kuin syvemmat ulappavedet. Matalassa vedessä ravinteet kiertävät pohjan ja veden välillä, joten ravinteita on levien saatavilla enemmän kuin syvemmillä vesialueilla. Matalassa ja suojaisessa sisäsaaristossa vedet ovat ulappavesiä lämpimämpiä, mikä sekin lisää levien ja vesikasvien kasvua ja vesialueen rehevyyttä. Karuimpia rannikkovedet ovat ennenkin olleet ulkosaaristossa ja avomeren partaalla.

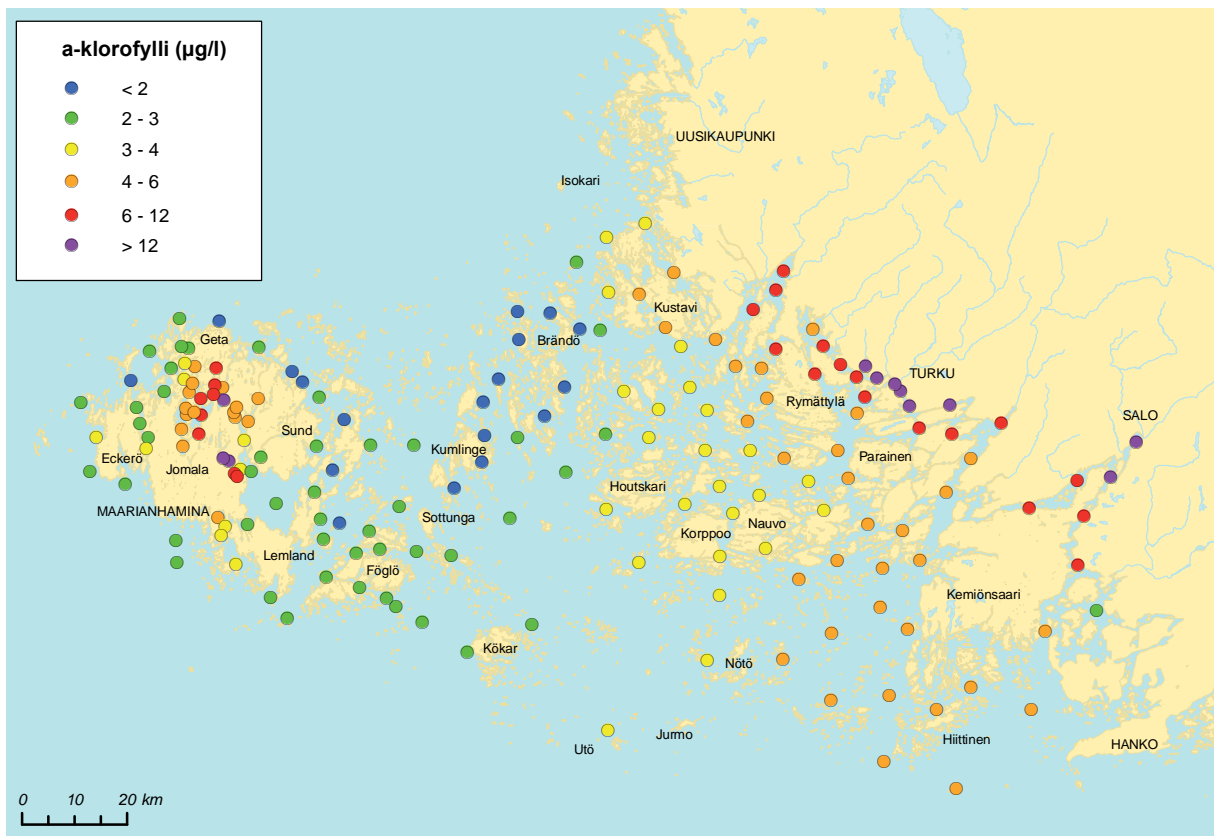
Ihmistoiminnan vaikutus näkyi meren tilassa pitkään pääasiassa vain kaupunkien lähistöillä ja muualla asutus- ja teollisuusjätevesien vaikutusalueilla. Esimerkiksi Turun lähivedet olivat 1950- ja 1960-luvuilla huonossa kunnossa, koska jätevedet johdettiin puhdistamattomina Aurajokeen, mistä ne kulkeutuivat mereen. Jätevesien vaikutukset eivät ulottuneet kuitenkaan laajalle ja jo Airisto oli melko puhdas ja paremmassa kunnossa kuin nykyisin.



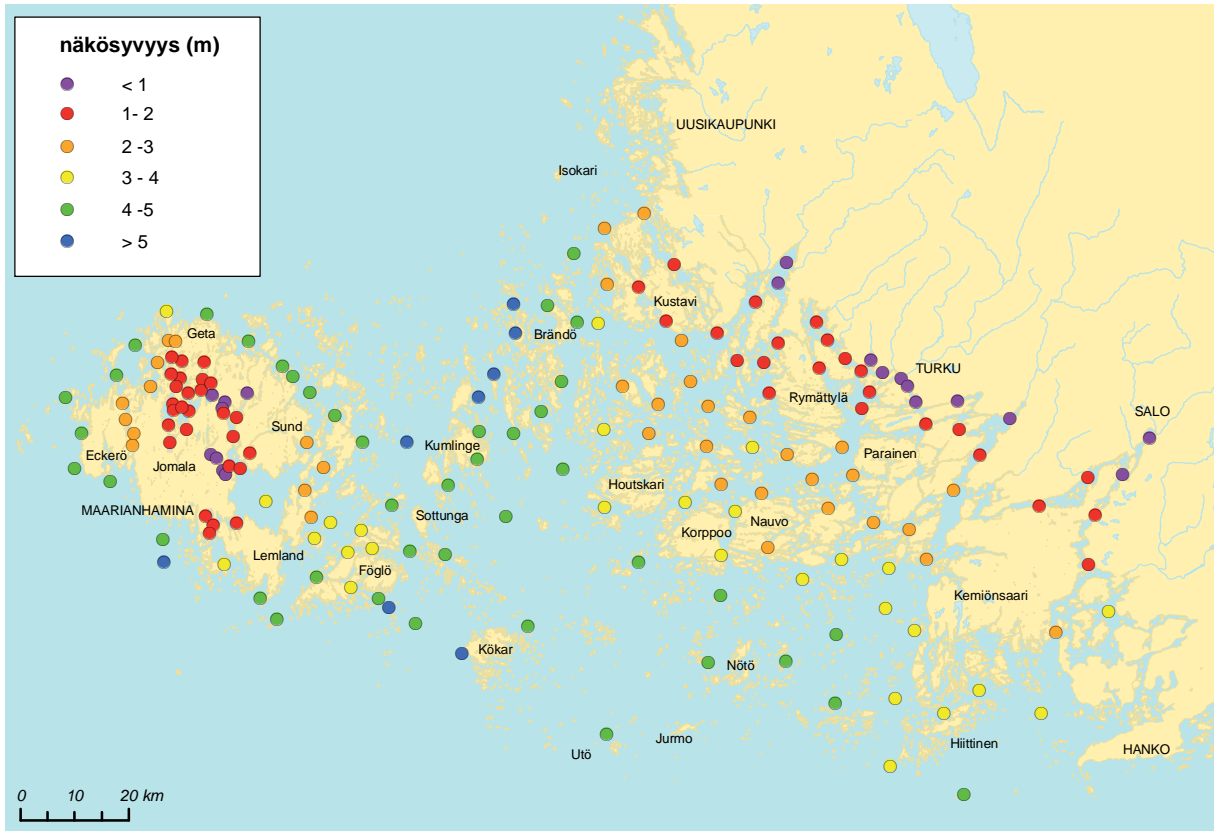
Kuva 21a. Pintaveden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla kesinä 2004 – 2008.



Kuva 21b. Pintaveden keskimääräinen kokonaistypipitoisuus Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla kesinä 2004 – 2008.



Kuva 2Ic. Pintaveden keskimääräinen a-klorofyllin pitoisuus Saaristomerellä ja Åhvenanmaalla kesinä 2004 – 2008.



Kuva 2Id. Keskimääräinen näkösyyvyys Saaristomerellä ja Åhvenanmaalla kesinä 2004 – 2008.

1970- ja 1980-luvuilla kaupunkien ja monien teollisuuslaitosten lähivesien tila parani jätevedenpuhdistamojen rakentamisen myötä. Puhdistamoissa fosfori otettiin talteen jätevesistä melko hyvin, mutta typenpuhdistus oli tuolloin vielä tehotonta (ks. sivu 23).

Vaikka veden laatu jätevesien purkualueilla parani, rehevöityminen muualla kiihtyi. Viimeisten vuosikymmenten aikana merialueen tilan heikentyminen on ollut silmiinpistäväntä väli- ja ulkosaa-ristossa, missä vedet ennen 1970-lukua olivat karuja ja kirkkaita. Rehevöitymistä kiihdytti todennäköisesti hajakuormituksen lisääntyminen ja koko Itämeren ravinnetason nousu. Kalankasvatuksesta tuli 1970-luvun loppupuolella uusi kuormittaja väli- ja ulkosaa-ristoon ja sen ravinnekuormitus moninkertaistui 1980-luvulla.

Fosfori

Saaristomeren fosforipitoisuus on kasvanut kesällä ja talvella sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä.

Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on ollut viime vuosien (2004 – 2008) kesinä valtaosassa seurantapaikkoja 15 – 60 % suurempi kuin 1980-luvun alkupuolella ja eräillä paikoilla kasvu on ollut vieläkin suurempaa (kuva 22a). Vain Paimionlahdella ja Paimionselän sisä- ja keskiosassa sekä osassa Turun edustan merialuetta pitoisuudet eivät ole kasvaneet. Pääosassa aluetta kasvu kuitenkin tasaantui 2000-luvun taitteessa, mikä on havaittavissa verrattaessa 1990-luvun puolivälin ja jälkipuolen tilannetta viime vuosiin (kuva 22b). Ainoastaan paikoin ulkosaa-ristossa pintaveden fosforimäärä on kasvanut 2000-luvun alkuvuosinakin. Siellä täällä sisäsaaristossa fosforipitoisuus on ollut viime vuosina hieman alempi kuin 1990-luvulla (kuva 22b).

Kesällä fosforipitoisuus on kasvanut vielä enemmän pohjanläheisessä vedessä kuin pintavedessä. Yli puolella seurantapaikoista kokonaisfosforin pitoisuus on noussut pohjanläheisessä vedessä 1980-luvun alkupuolen jälkeen yli 60 % (kuva 23a) ja muutamilla paikoilla se on kaksin- tai useampikertaistunut. Fosfaattifosforin määrän kasvu on ollut pohjanläheisessä vedessä kesällä kokonaisfosforin kasvuakin suurempaa. Fosfaattifosforia ei mitata kaikilta seurantapaikoilta mutta valtaosassa paikkoja, joilta sitä mitataan, on sen kasvu ollut 1980-luvun alkupuolen jälkeen vieläkin suurempaa kuin kokonaisfosforipitoisuuden kasvu.

Monin paikoin pohjanläheisen veden fosforipitoisuuden kasvu on tasaantunut 2000-luvun alkupuolella. Tasaantuminen ei ole kuitenkaan ollut läheskään yhtä selvää kuin pintavedessä, sillä

pitoisuudet ovat olleet edelleen noususuunnassa mm. Halikonlahden ulko-osissa, Paimionselällä, eteläisellä Saaristomerellä sekä paikoin muuallakin (kuva 23b). Myös fosfaattifosforin pitoisuus on monin paikoin edelleen kasvanut.

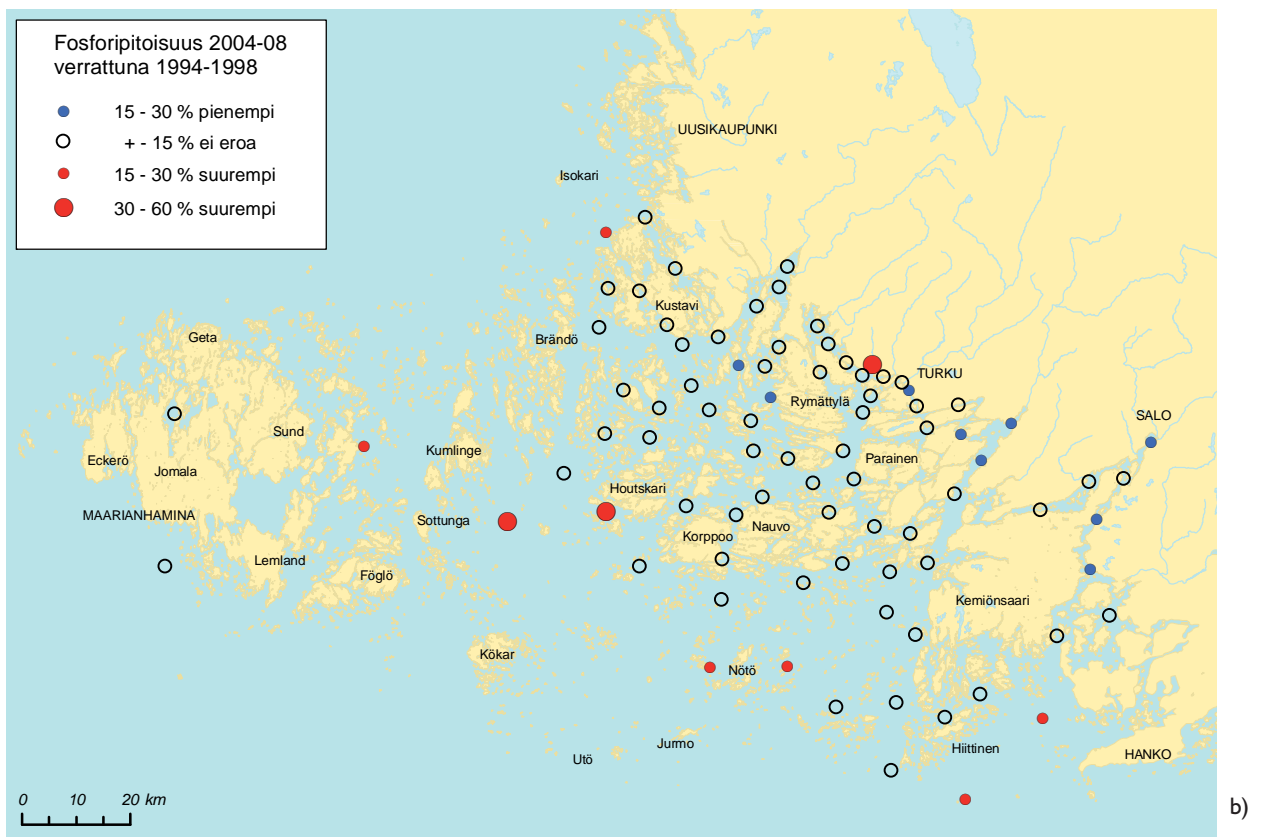
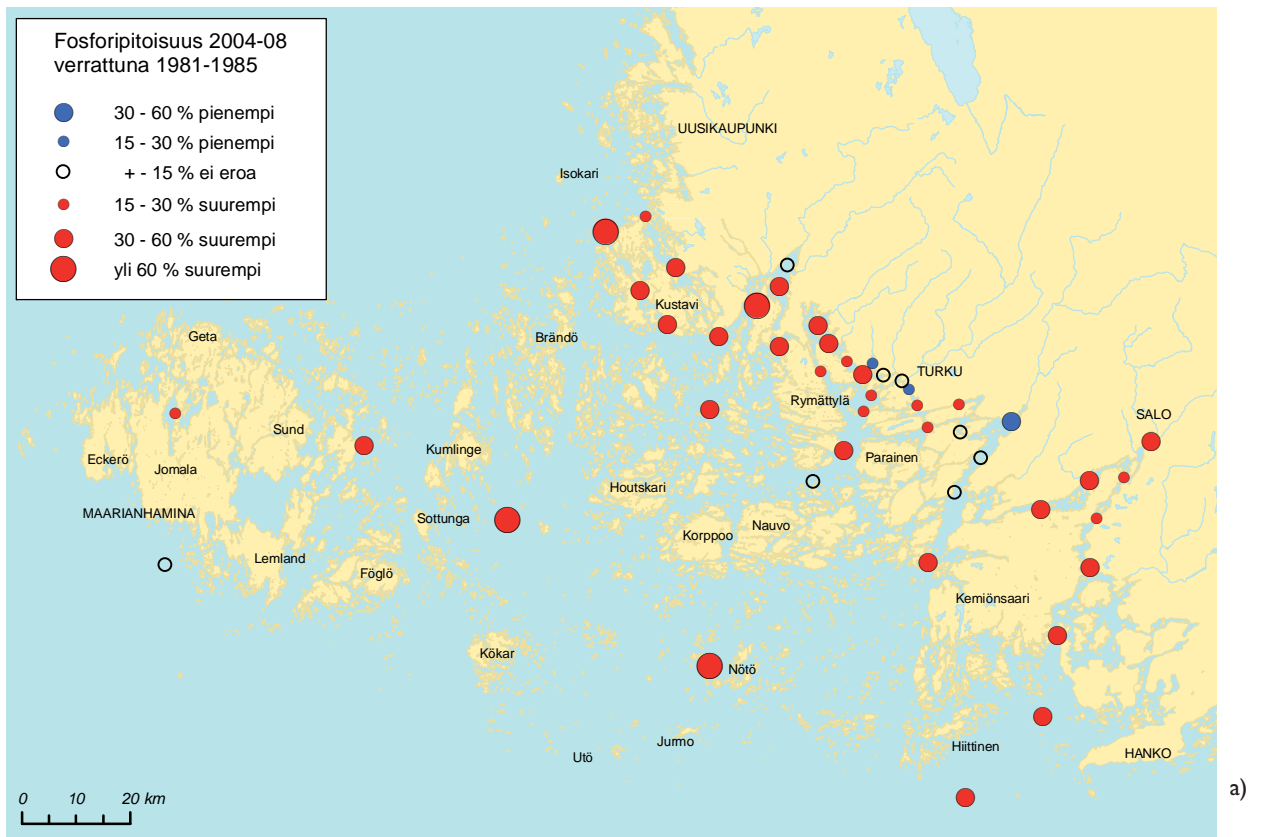
Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on kasvanut 1980-luvulta lähtien myös talvella lukuun ottamatta eräitä rannikon tuntuman vesialueita (kuva 24a). 2000-luvullakin talviset fosforipitoisuudet ovat olleet pääasiassa kasvusuunnassa (kuva 24b), mutta toisaalta paikoin sisäsaaristossa pienentyneet tai pysyneet ennallaan (kuva 24b).

Typpi

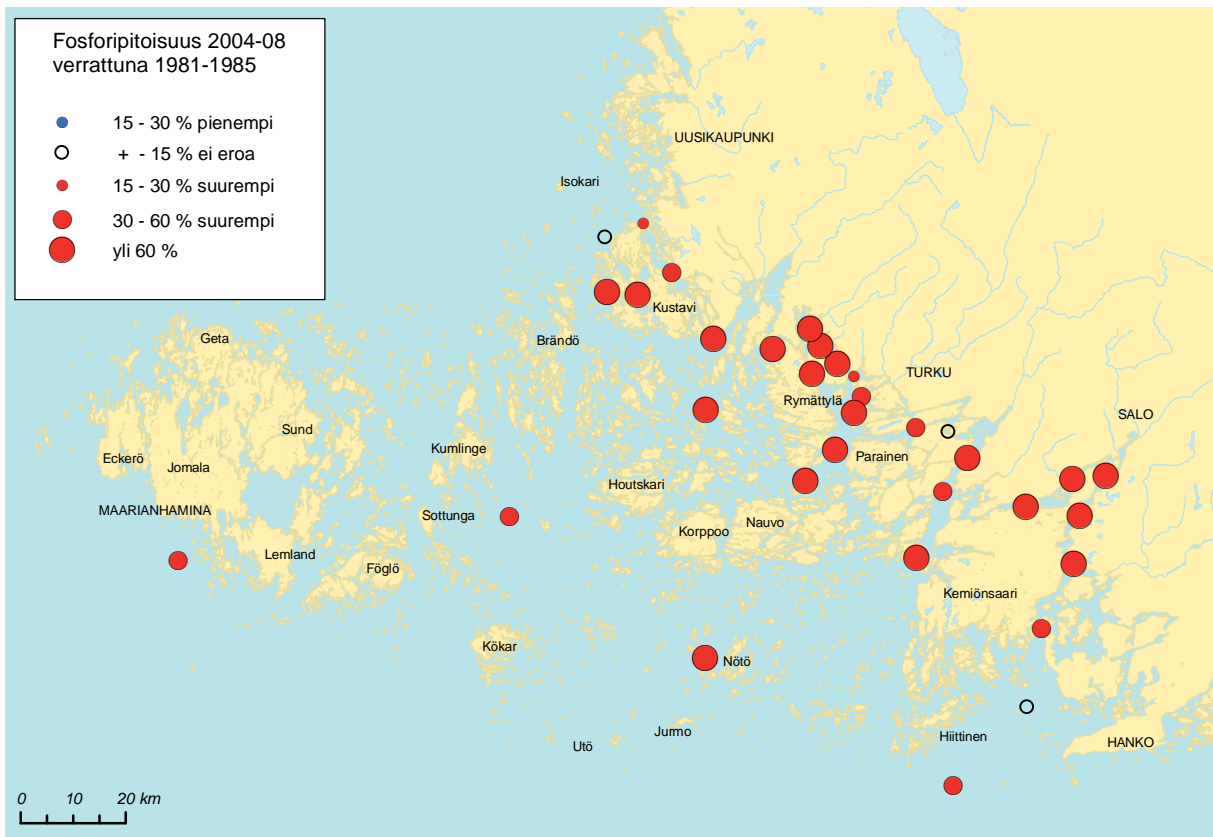
Typpipitoisuus ei ole kasvanut samalla tapaa kuin fosforipitoisuus. Kesäisin kokonaistyyppiä on pintavedessä nykyään pääosin saman verran kuin 1980-luvun alkupuolella. Vain Airistolla, Mynälähdellä, ja Kustavin-Taivassalon salmissa pintaveden kokonaistypen pitoisuus on ollut viime kesinä 15 – 30 % suurempi kuin runsaat parikymmentä vuotta sitten (kuva 25a). Myös 1990-luvun puolivälin ja loppupuolen jälkeen muutokset pintaveden kesänaikaisessa typpipitoisuudessa ovat olleet melko vähäisiä. Pitoisuudet ovat olleet viime vuosina hieman suurempia mm. Mynälähdessä ja Kustavin Ströömässä, mutta pienempiä mm. Ahvenanmaan molemmilla ulkosaa-ristopaikoilla (kuva 25b).

Pohjanläheisen veden typpipitoisuus on 1980-luvun alkupuolen kesäin verrattuna kasvanut Paimionselällä ja osassa Kustavin-Taivassalon merialuetta (kuva 26a). 1990-luvun puolivälin jälkeen pohjanläheisen veden typpipitoisuus on kasvanut osassa Kustavin-Taivassalon merialuetta, mutta muualla ei kasvua ole havaittavissa muutamaa yksittäistä paikkaa lukuun ottamatta (kuva 26b). Ahvenanmaan seurantapaikoilla tyyppiä on ollut viime vuosina myös pohjan lähellä vähemmän kuin 1990-luvulla (kuva 26b).

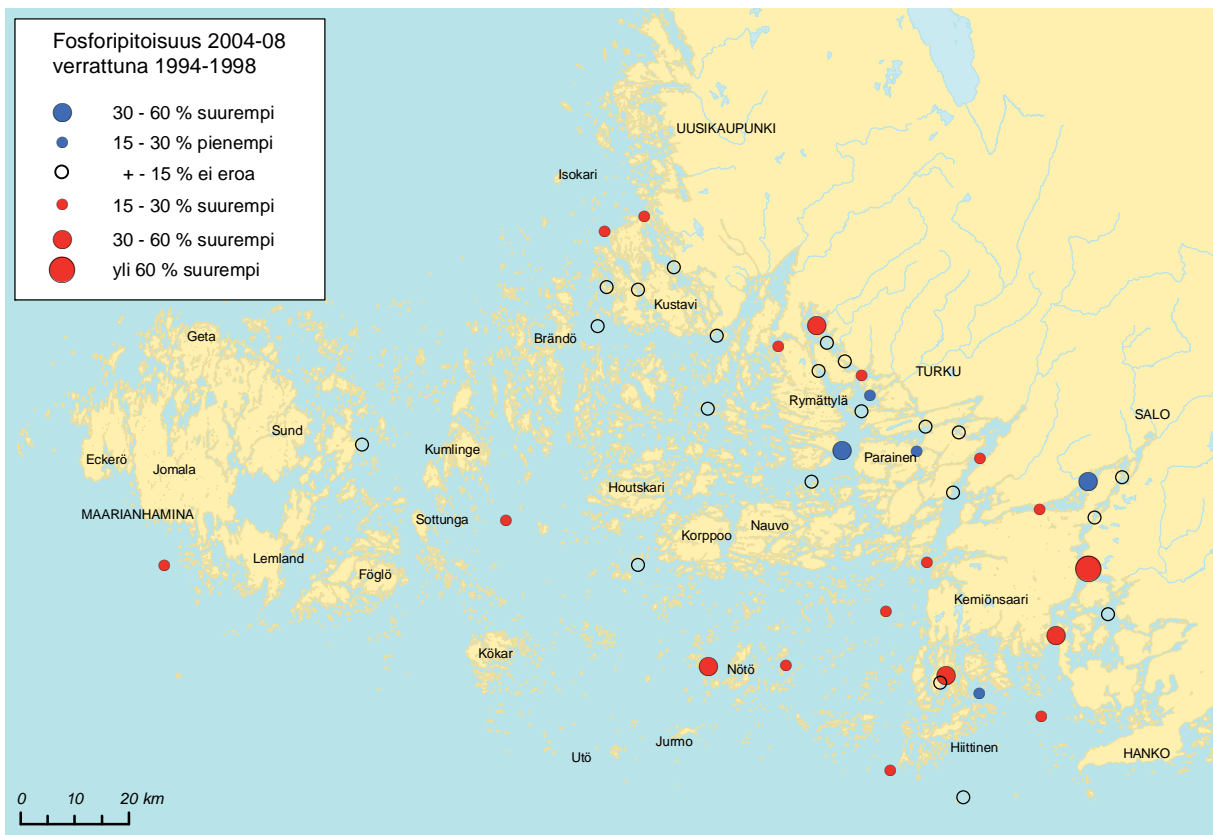
Talvella pintaveden kokonaistyyppipitoisuus on 1980-luvun alkupuoleen verrattuna nykyään korkeampi Mynälähdessä, Paimionselällä ja Kaarinan vesillä kuten kesälläkin, sekä lisäksi Halikonlahdella. Turun edustan merialueella pitoisuus on paikoin laskenut (kuva 27a). 1990-luvun puolivälin tilanteeseen verrattuna typpipitoisuus on ollut viime talvina suurempi Mynälähdellä, sen eteläpuolella ja osassa Halikonlahtea mutta pienempi paikoin Turun edustan merialueella (kuva 27b).



Kuva 22. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuuden muutos kesällä a) vuosijaksojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosijaksojen 1994 – 98 ja 2004 - 08 välillä.

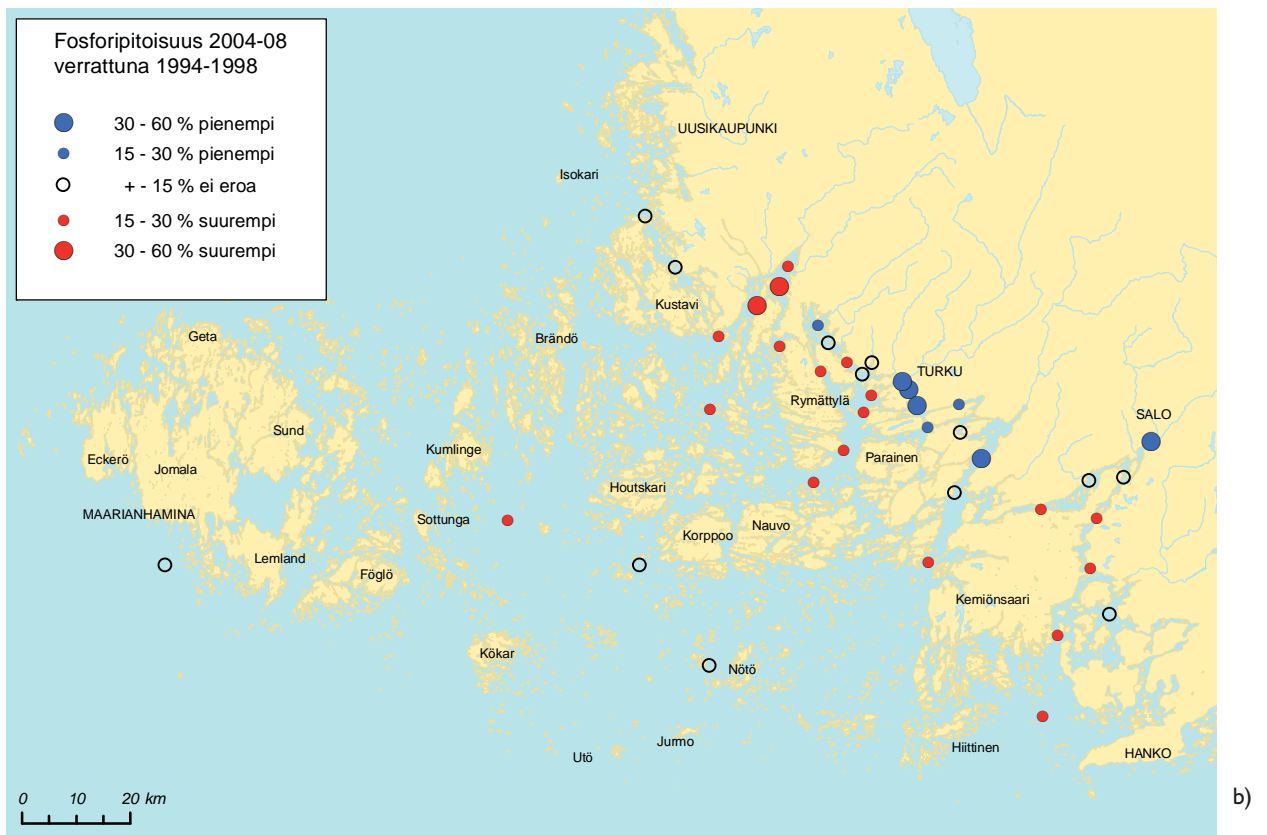
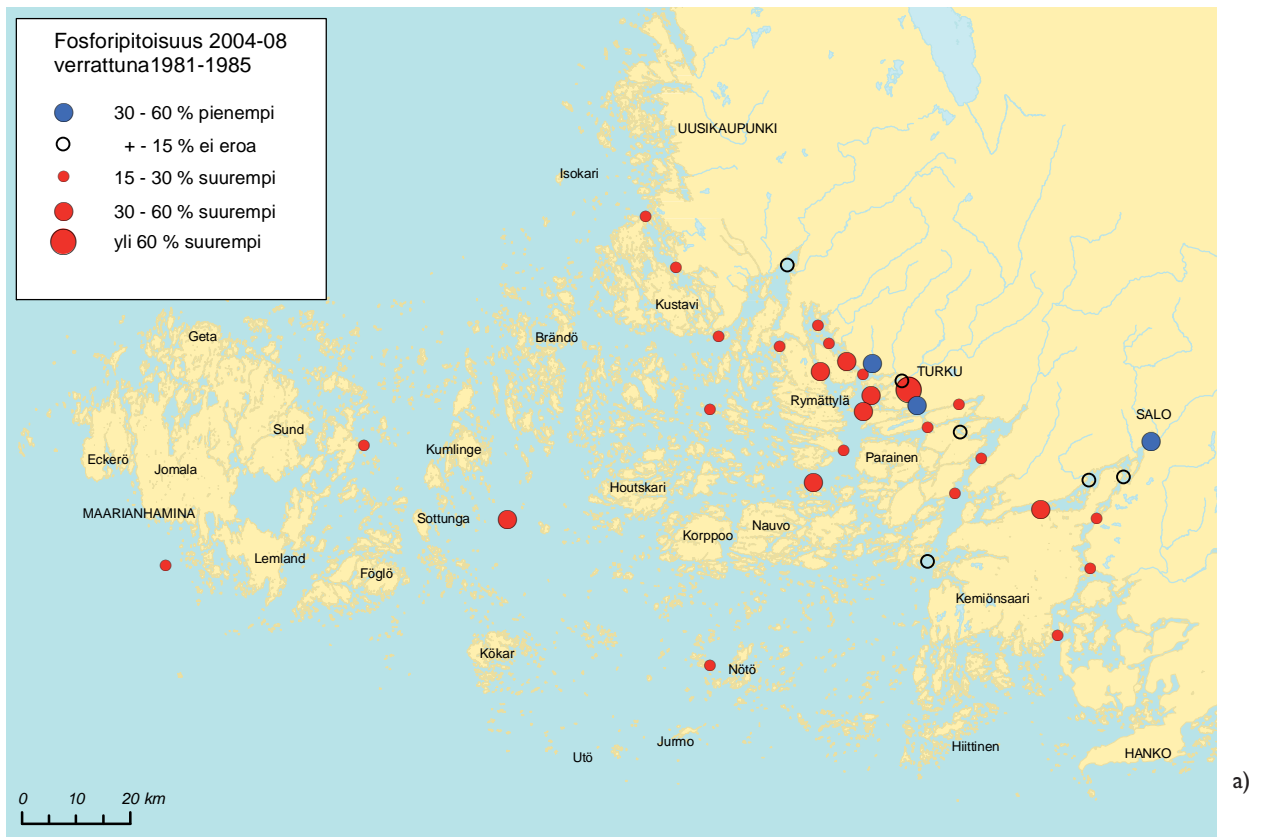


a)

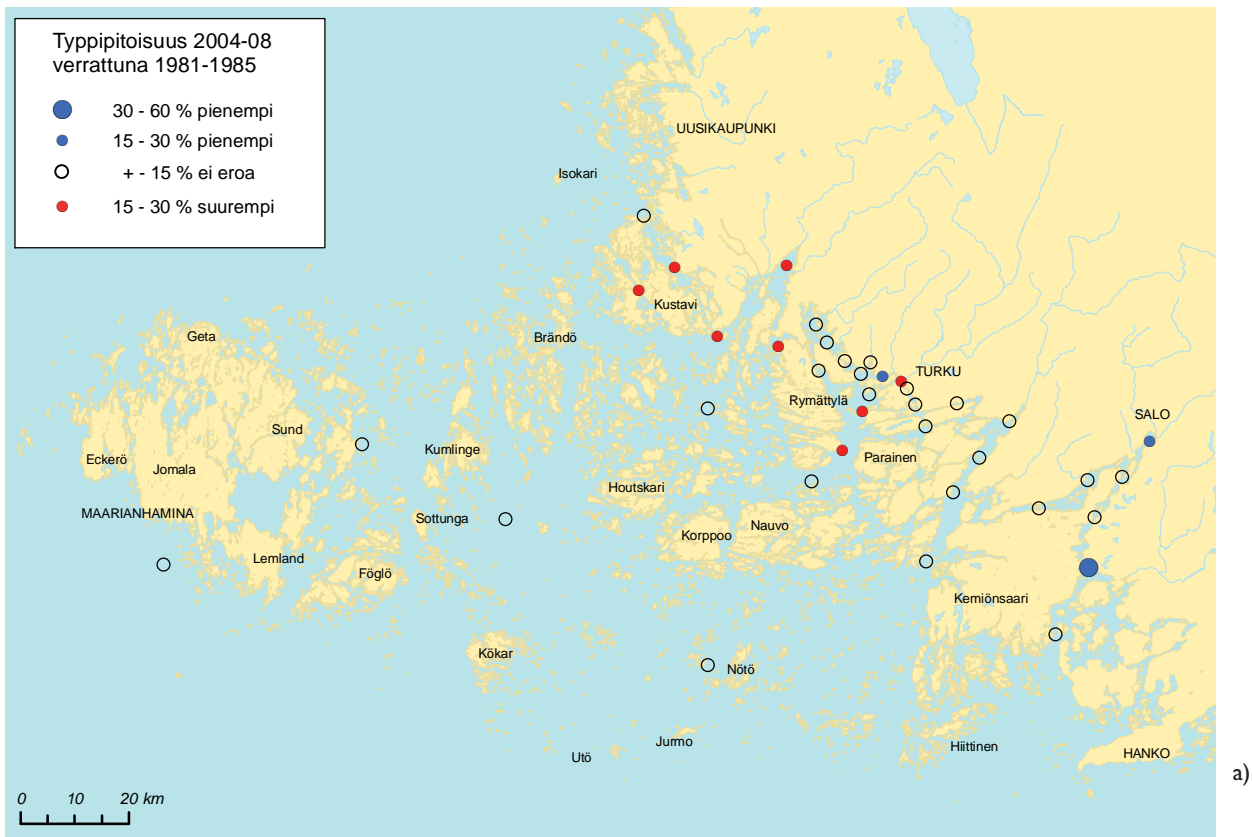


b)

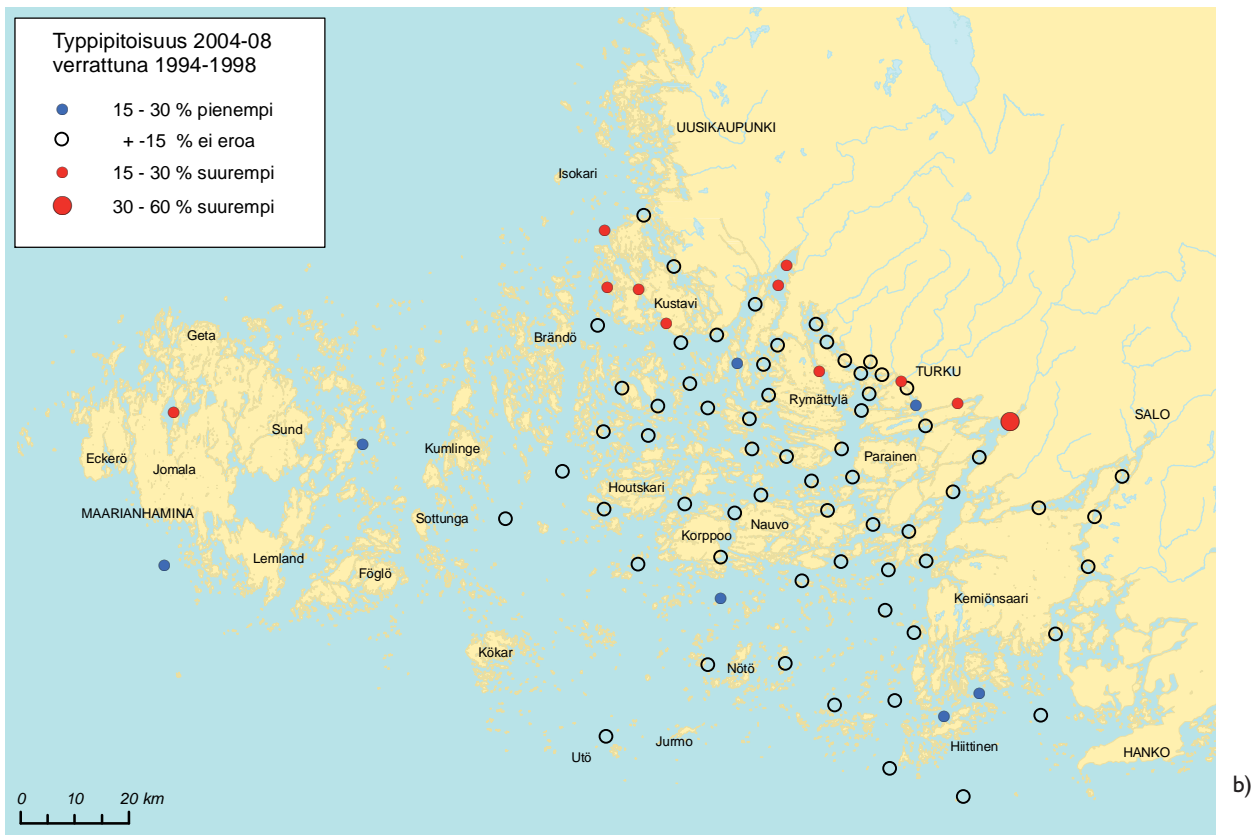
Kuva 23. Pohjanläheisen veden kokonaisfosforipitoisuuden muutos kesällä a) vuosikajsojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosikajsojen 1994 - 98 ja 2004 - 08 välillä.



Kuva 24. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuuden muutos talvella a) vuosikajojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosikajojen 1994 - 98 ja 2004 - 08 välillä.

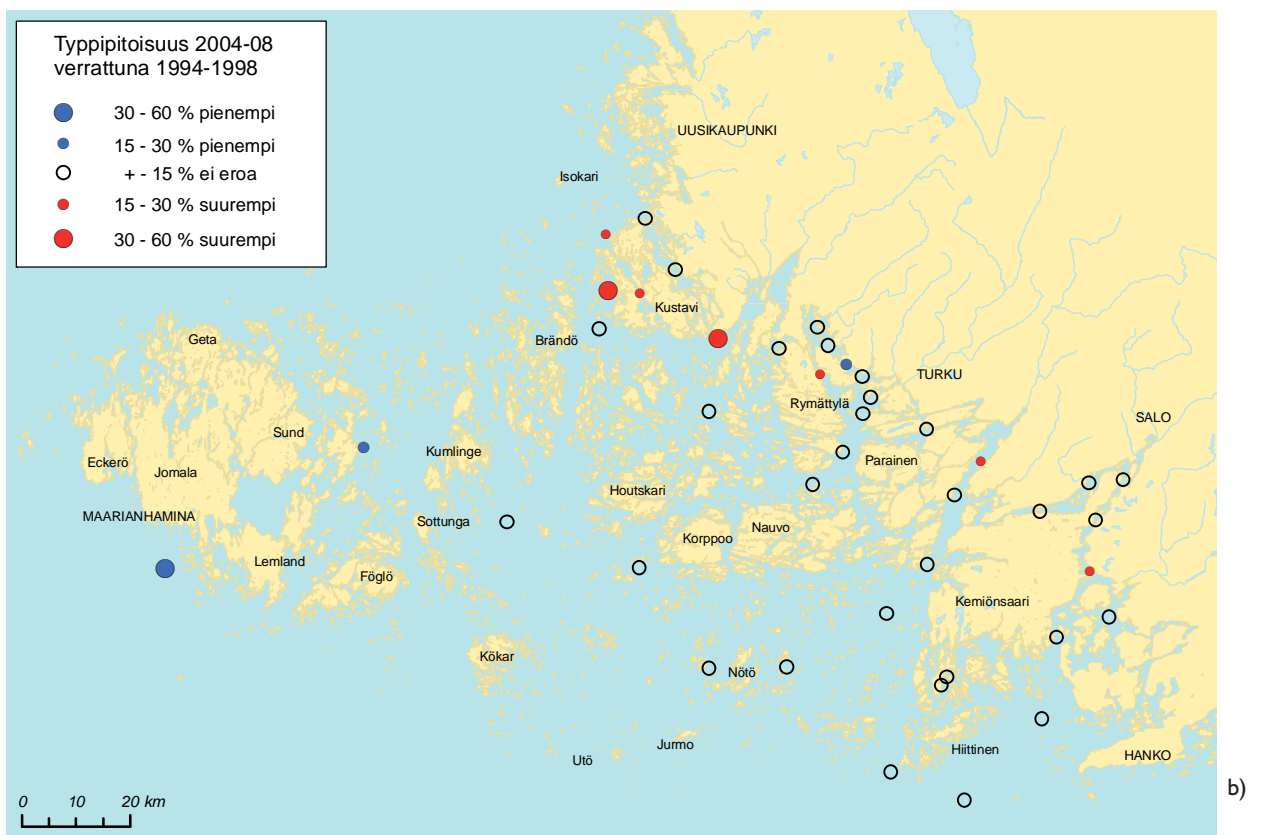
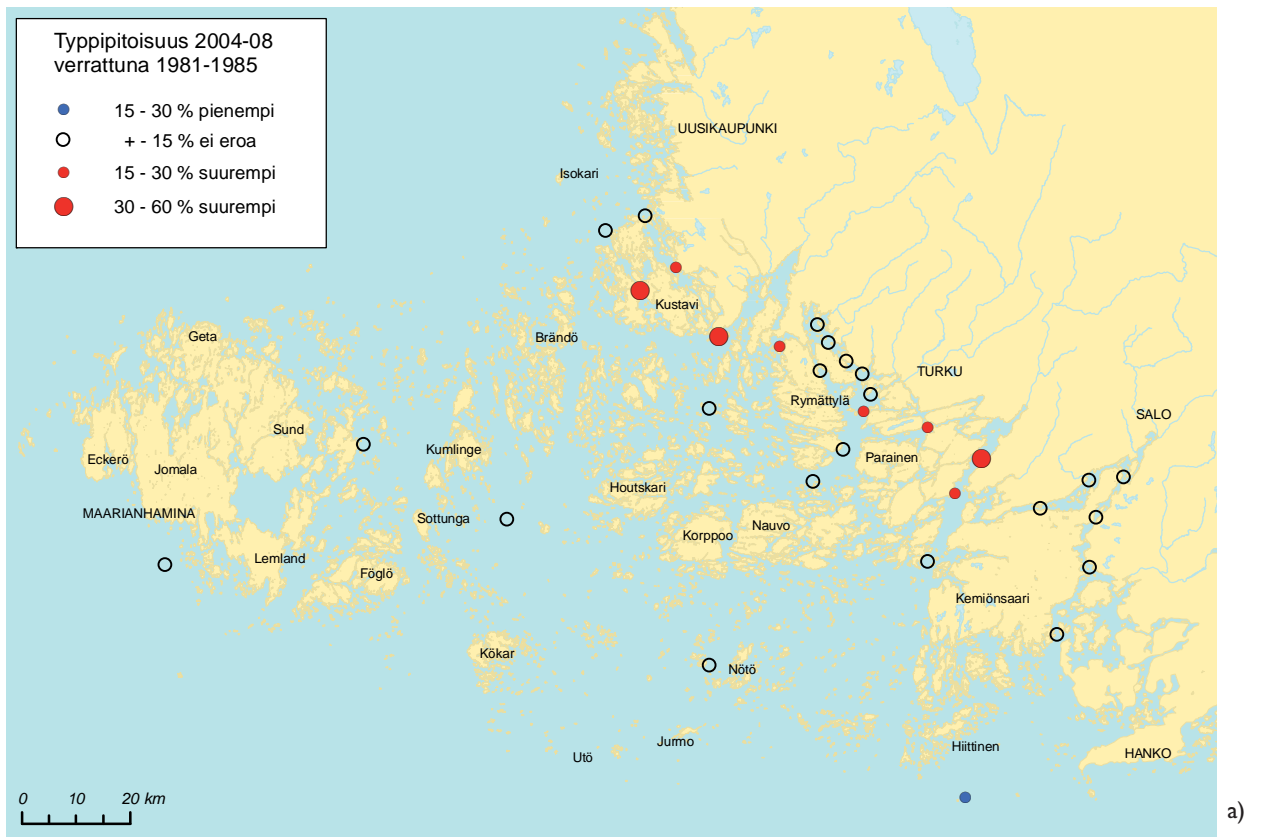


a)

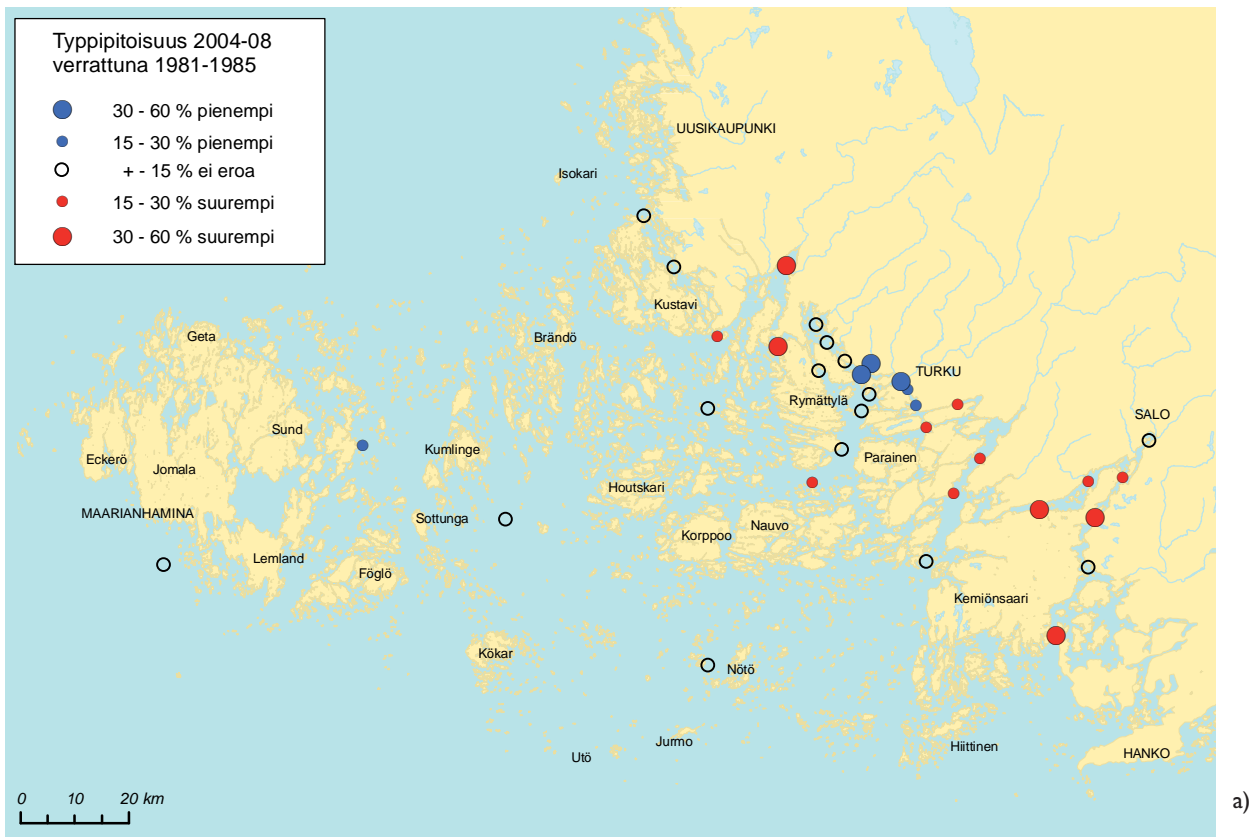


b)

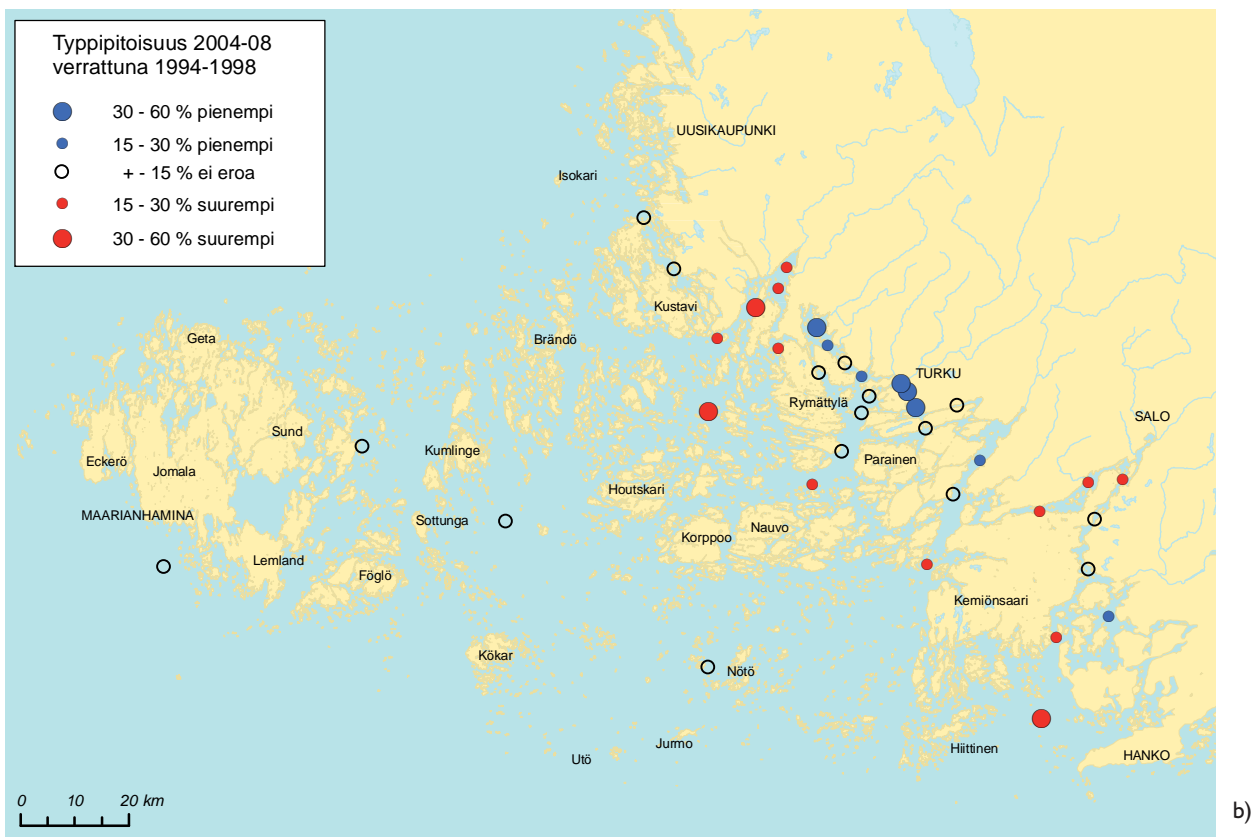
Kuva 25. Pintaveden kokonaistypipitoisuuden muutos kesällä a) vuosijaksojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosijaksojen 1994 – 98 ja 2004 - 08 välillä.



Kuva 26. Pohjanläheisen veden kokonaistyyppipitoisuuden muutos kesällä a) vuosikajojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosikajojen 1994 - 98 ja 2004 - 08 välillä.



a)



b)

Kuva 27. Pintaveden kokonaistyyppipitoisuuden muutos talvella a) vuosikajsojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosikajsojen 1994 - 98 ja 2004 - 08 välillä.

a-klorofylli

Planktonlevien määrää kuvaavan a-klorofyllin pitoisuus on kasvanut koko Saaristomerellä 1980-luvun alusta lähtien, jolloin sen mittaus aloitettiin. Puolella seurantapaikoista klorofyllimäärät ovat nykyään vähintään 60 % suurempia kuin 1980-luvun alkuvuosina (kuva 28a) ja muutamain paikoin klorofylliä on yli kaksinverroin runsaan parinkymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen verrattuna.

Lähes kaikkialla väli- ja ulkosaaristossa klorofyllipitoisuus on kasvanut vielä 2000-luvullakin (kuva 28b) aivan viime vuosia lukuun ottamatta. Rannikon tuntumassa Halikonlahdelta Askaisenlahdelle klorofyllipitoisuus on kuitenkin ollut 2000-luvulla pienempi kuin 1990-luvun puolivälissä ja jälkipuolella (kuva 28b). Myös Ahvenanmaan eteläpuolisella seurantapaikalla klorofyllin määrä on ollut viime vuosina keskimäärin alempi kuin 1990-luvun puolivälissä ja jälkipuolella (kuva 28b).

Näkösyyvyys

Veden kirkkautta ja kuultavuutta kuvaava näkösyvyys on pienentynyt useilla seurantapaikoilla 15 – 60 % viimeisten runsaan parinkymmenen vuoden aikana (kuva 29a). Rannikon tuntumassa Halikonlahden ja Turun välisellä merialueella näkösyvyys ei kuitenkaan pääosin ole muuttunut. Näillä alueilla näkösyvyys onkin jo pitkään ollut huono. Myöskään Ahvenanmaan pääsaaren ympäristössä vesi ei ole samentunut (kuva 29a).

1980-luvun alkuvuosina näkösyvyys oli Saaristomeren Varsinais-Suomen ulkosaaristossa suurimmillaan 6 metriä, mutta viime vuosina keskimääräinen suurin näkösyvyys on ollut enimmillään 4,5 metriä.

2000-luvun alkuvuosinakin näkösyvyys on monin paikoin väli- ja ulkosaaristossa edelleen hieman pienentynyt (kuva 29b). Rannikon tuntumassa ja sisäsaaristossa näkösyvyys ei ole pienentynyt; paikoin se on ollut hieman paranemaan päin (kuva 29b). Näkösyvyyden pieneminen väli- ja ulkosaaristossa johtunee pääasiassa vettä samentavien planktonlevien määrän lisääntymisestä.

Yhteenveto

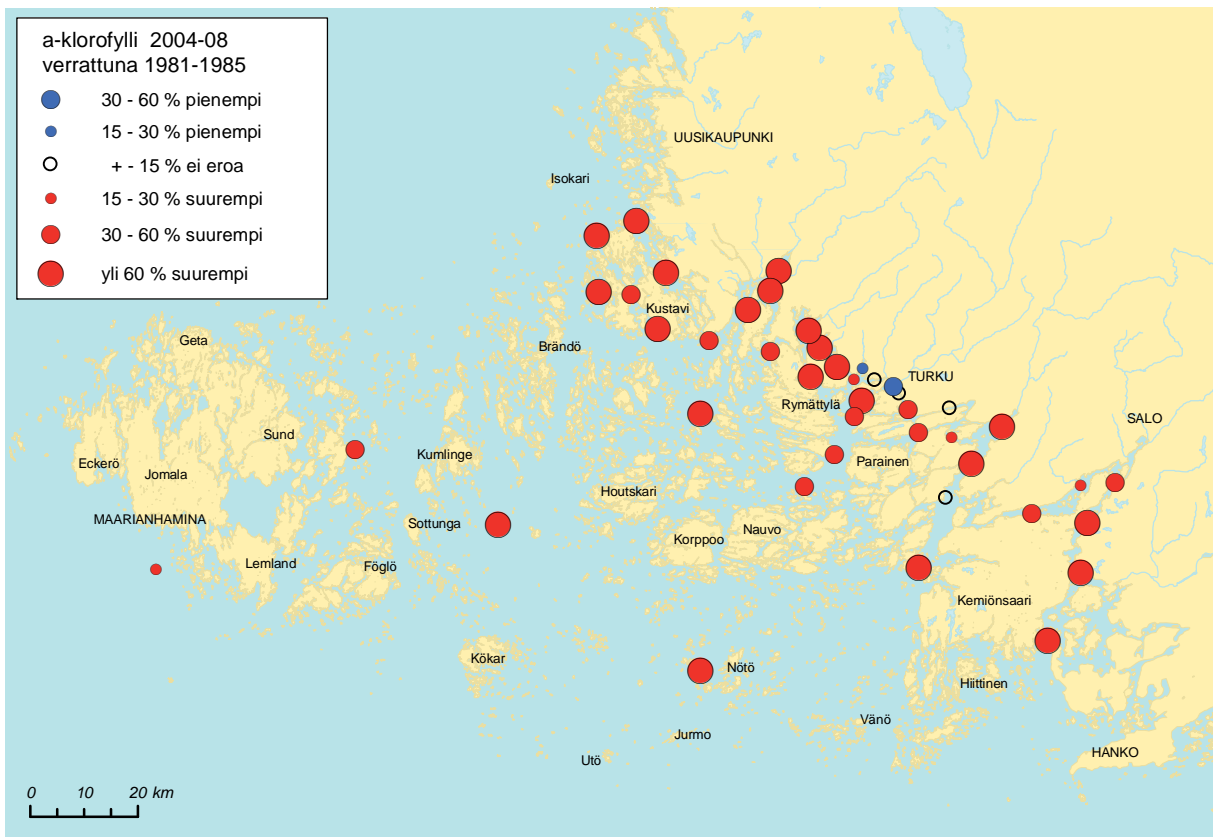
Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen tila on heikentynyt viimeisten vuosikymmenten aikana. Muutokset ovat olleet nähtävissä erityisesti fosforin ja klorofyllin määrien kasvuna ja näkösyvyyden pienemisenä. Fosforipitoisuuden kasvu on pintavedessä laantunut viimeisen kymmenen vuoden aikana, mutta pohjanläheisessä vesikerroksessa ja talvella myös pintavedessä kasvu on

jatkonut monin paikoin viime vuosiin asti. Myös klorofyllipitoisuus on kasvanut ulko- ja välisaaristossa 2000-luvullakin, mutta muutamana viime vuonna kasvussa on ollut havaittavissa ainakin tilapäistä laantumista tai laskua varsinkin rannikonläheisissä vesissä.

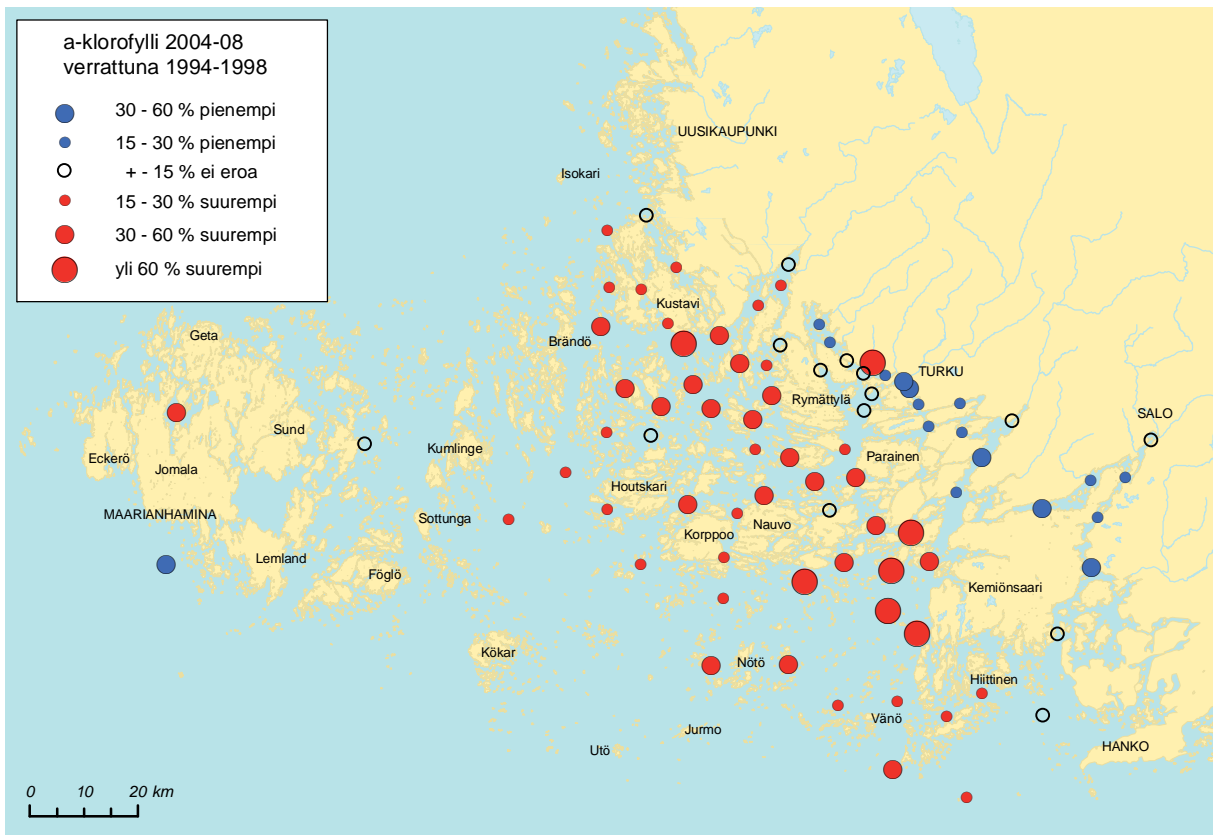
Yhteenvetona voidaan sanoa, että vaikka Saaristomeren tilassa on ollut viime aikoina nähtävissä positiivisiakin merkkejä, on sekä kokonaisravinteiden että epäorgaanisten ravinteiden määrän kasvu pohjanläheisessä vedessä ja talvella edelleen huolestuttavaa. Tämä voi viitata sisäisen kuormituksen voimistumiseen. Ainut keino Saaristomeren tilan parantamiseksi on kaiken kuormituksen huomattava vähentäminen. Tämä koskee niin paikallista kuormitusta, erityisesti maataloutta, kuin muualta Itämereltä virtausten mukana tulevia ravinteita ja ilmalaskeumaa.



Rantakukka ja merisaunio kasvavat yleisinä Saaristomeren ja Ahvenanmaan saaristossa. Kuva: Asko Sydänoja

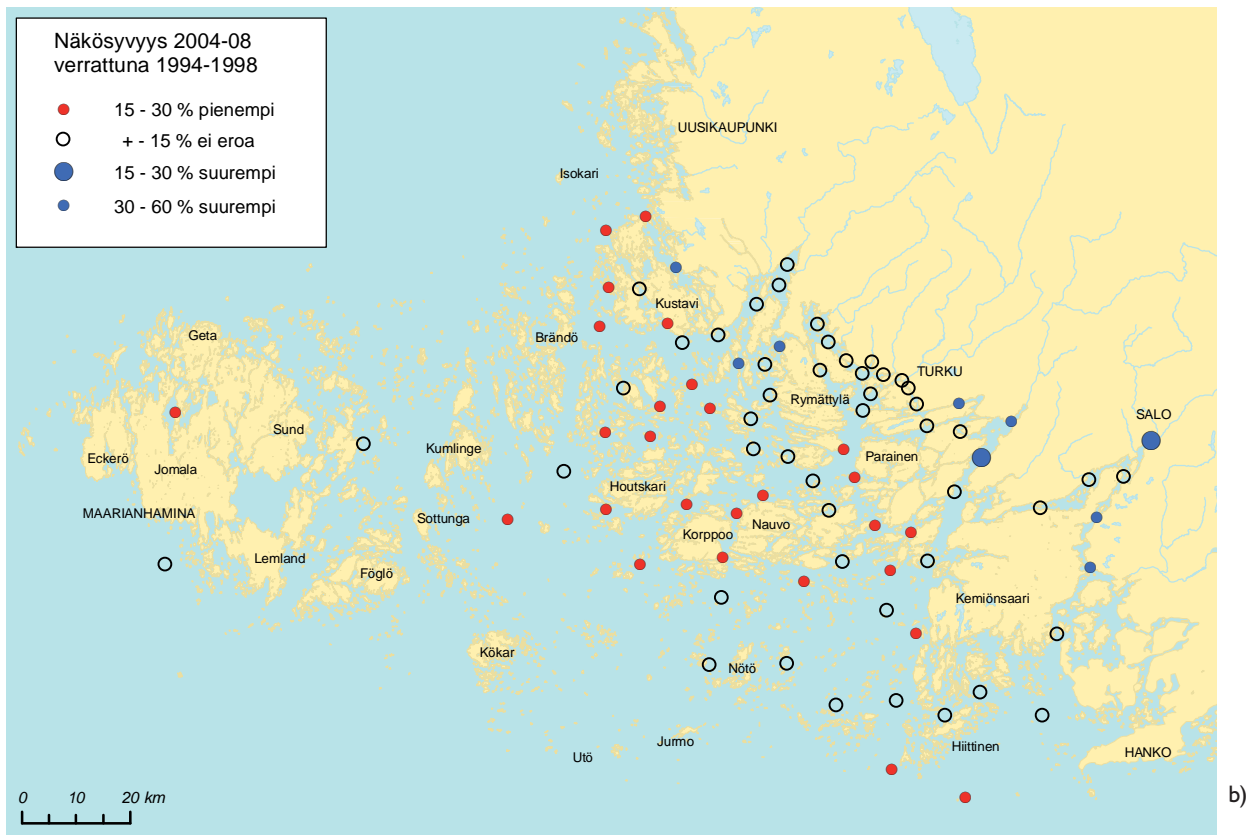
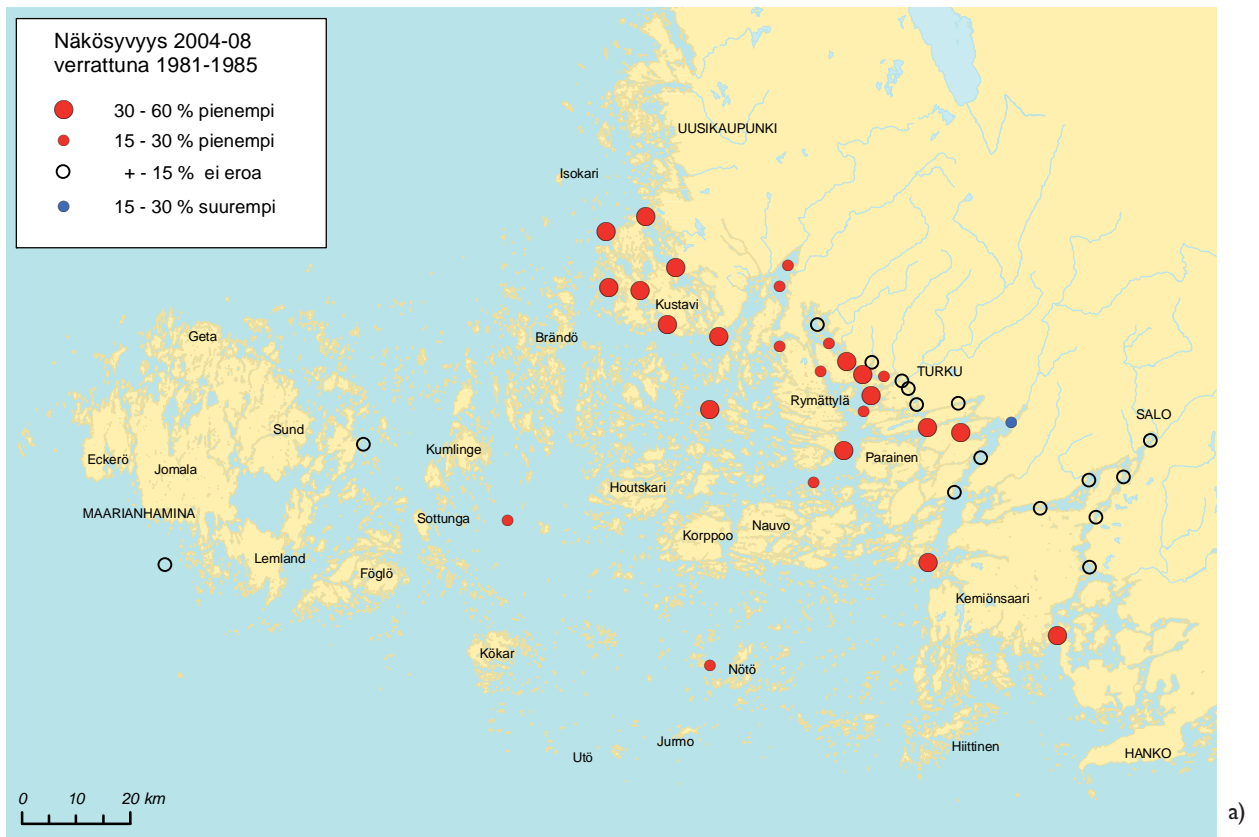


a)

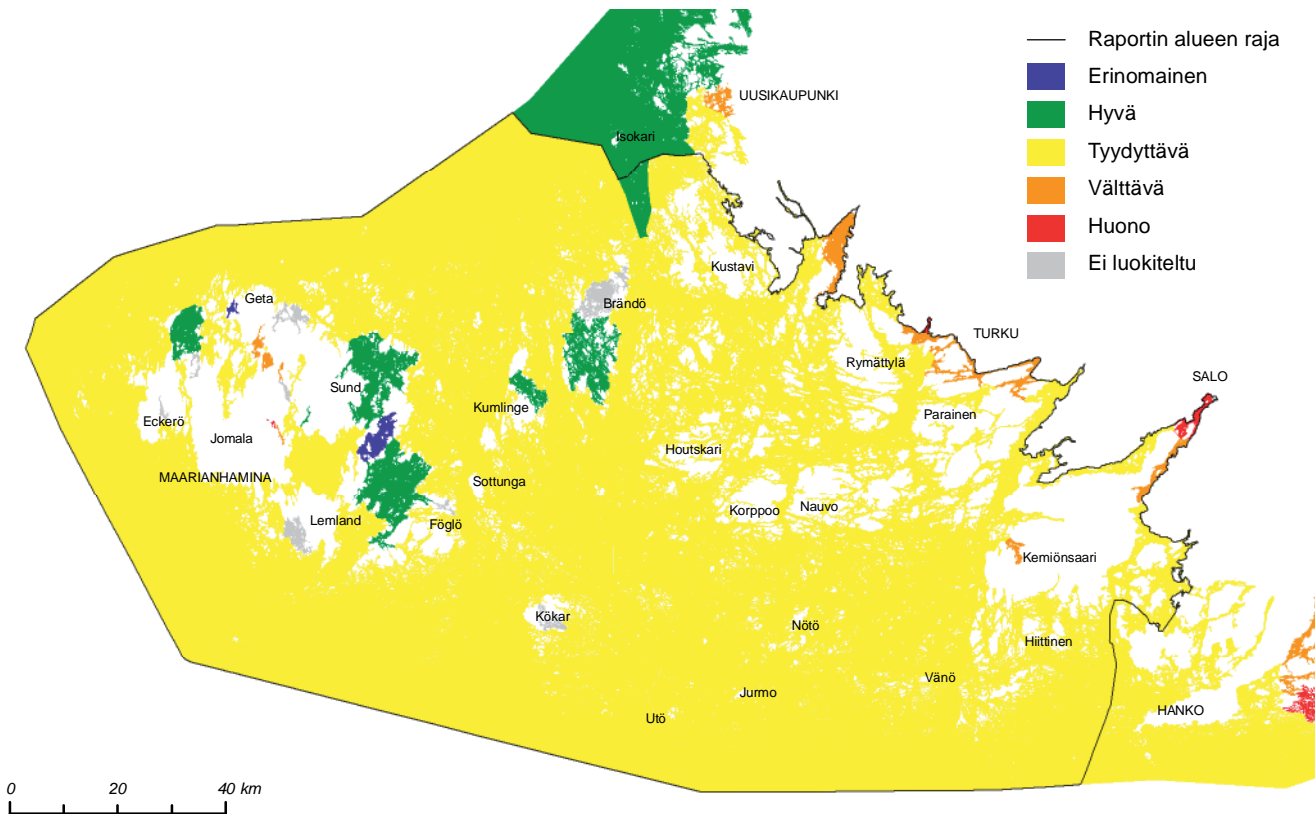


b)

Kuva 28. Pintaveden a-klorofyllipitoisuuden muutos kesällä a) vuosijaksojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosijaksojen 1994 – 98 ja 2004 - 08 välillä.



Kuva 29. Veden näkösyyvyyden muutos kesällä a) vuosijaksojen 1981 - 85 ja 2004 - 08 välillä sekä b) vuosijaksojen 1994 - 98 ja 2004 - 08 välillä.



Kuva 30. Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen ekologisen tilan luokitus. Luokitus koskee vuosia 2000 – 2007.

Vesien ekologinen tila

Pintavesien tilan luokittelun perusteena on aiemmin ollut niiden käyttökelpoisuus ihmisen kannalta. Vesipolitiikan puitedirektiivin vaikutuksesta luokittelu ja luokitteluperusteet muuttuivat ja nykyisin vesien tilan arvioinnin lähtökohdaksi on vesistön luontainen tila. Vesistöt luokitellaan sen mukaan, kuinka paljon ihmistoiminta on niitä muuttanut. Luokittelu perustuu vesistöjen ekologiseen tilaan, jota arvioidaan pääasiassa biologisten muuttujien perusteella.

Vesistöt luokitellaan niiden ekologisen tilan perusteella viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Rannikkovesissä luokittelumuuttujia ovat *a*-klorofylli, rakkolevän kasvusyvyyden ja pohjaeläimet. Myös veden fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia (ravinteet, näkösyvyys) käytetään apuna luokittelussa. Tässä esitetty ensimmäinen luokittelu, joka koskee vuosia 2000 - 2007 (kuva 30) perustuu pääasiassa *a*-klorofylliin.

Luokittelussa otetaan huomioon vesistöjen luontaiset erot niiden ominaispiirteissä. Järvet, joet ja rannikkovedet onkin tyypitelty eri tyyppisiin niiden luontaisen ominaisuuksien perusteella. Saaristomeren ja Ahvenanmaan rannikkovedet on jaettu kolmeen tyyppiin: lounainen sisäsaaristo, lounainen välisaaristo ja lounainen ulkosaaristo. Kullekin tyyppille on määritelty omat luokkarajansa. Välisaaristossa esim. *a*-klorofyllin ja ravinteiden luokkarajat ovat alhaisemmat kuin sisäsaaristossa ja ulkosaaristossa alemmat kuin välisaaristossa, koska rehevyys vähenee luontaisesti siirtyessä rannikolta tai Ahvenanmaan pääsaaren sisälahdistä ulospäin. Myös Varsinais-Suomen ja Ahvenanmaan luokkarajat eroavat jonkin verran toisistaan.

Saaristomerен kalakannat

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos seuraa taloudellisesti merkittävien kalalajien kantoja Saaristomerellä. Seurantaan on 1980-luvun alusta lähtien kuulunut ammattikalastuksen saaliiden tilastointi ja näytteiden keräys tärkeimpien talouskalalajien saaliista (etenkin silakka, kilohaili, kuha, siika, ahven). Näytekalosta kirjataan ylös pituus, paino, sukupuoli, sukukypsyyssaste ja ikä sekä yleisimpiä tai helpoimmin havaittavia vaurioita tai tauteja. Vapaa-ajan kalastajien saaliista kerätään tietoja parin vuoden välein tehtävillä valtakunnallisilla kalastustiedusteluilla. Lisäksi kalastoa seurataan vuosittain koekalastusten avulla. Nykymenetelmää yleiskatsausverkoilla on käytetty v:sta 2002 alkaen Brunskärissä Korppoon eteläpuolella ja Turun ammattikorkeakoulun toteuttamana vuodesta 2005 lähtien Kaitvedellä Paraisilla. Ahvenanmaan maakuntahallitus tekee koekalastuksia alueellaan samalla menetelmällä.

Mikään em. menetelmistä ei suoraan kerro kalalajien todellisista osuuksista kalastossa, mutta niiden tulokset antavat kuitenkin tietoa kalaston muutoksista. Ammattikalastuksen ja koekalastusten saaliiden sekä kalastajilta muilla tavoilla tulleen tiedon perusteella kalalajien väliset runsaussuhteet ovat olleet jatkuvassa muutoksessa.

Runsaimmat kalalajit Itämeressä (biomassa) ovat myös Saaristomerен alueella tärkeä silakka sekä kilohaili (kuva 31). Silakan ohella kalastajille tärkeitä lajeja ovat sisäsaaristosta pyydettävä kuha, ulkosaaristosta saatava siika, kaikkialla saaristossa tavattava ahven sekä sisä- ja välisaariston hauki. Edellisiä pienempi kaupallinen merkitys on ollut mm. lohella, mateella, kuoreella, taimenella, kirjolohella, lahnalla, särjellä, turskalla ja kampelalla.

1980-luvulla kuhaa ja ahventa saatiin heikonlaisesti, mutta saaliit kasvoivat vähitellen 1980-luvun lopulta alkaen ja olivat huipussaan 1990-luvun loppupuoliskolla ja 2000-luvun alkuvuosina. Saaliiden kasvun taustalla oli aluksi turskan häviäminen ja sittemmin yhä enemmän lämpimät vuodet ja rehevöityminen, jotka myötävaikuttivat suurien vuosiluokkien syntymiseen. Ammattikalastajien kuhasaalis on ollut laskussa vuoden 2003 jälkeen. Ahvensaaliit ovat pienentyneet vasta aivan viime vuosina. Kuha- ja ahvensaaliiden laskun syyt selvinnevät varmemmin vasta tulevana vuosina, mutta ainakin osittain kyse on normaalista vuosiluokkien vahvuuden vaihtelusta. Esimerkiksi ahvenella vuosiluokat 2003 ja 2004 olivat rannikon koekalastusten valossa hyvin heikkoja, mutta niiden jälkeen on syntynyt vahvoja vuosiluokkia, jotka ovat kasvamassa ammattikalastukseen sopivaan pyyntikokoon 2010–2011 alkaen. Vuonna

2010 ahventa saatiin jonkin verran paremmin kuin vuonna 2009.

Lämpeneminen ja rehevöityminen ovat suosineet särkikalaja, joista etenkin lahnaa, särkeä ja pasuria on ollut paikoin niin runsaasti, että arvokkaampia lajeja pyytävien ammattikalastajien työ on vaikeutunut. Brunskärin koekalastusaineiston perusteella särjen määrä Saaristomerellä kasvoi pitkien 1990-lukua ja 2000-luvun alussa, mutta näyttää vuodesta 2006 alkaen kääntyneen laskuun. Lahnan määrän muutoksia sen sijaan on vaikeampi arvioida, koska lahna jää heikosti koekalastusverkkoihin, eikä se ammattikalastukseenkaan näkökulmasta ole ollut kiinnostava laji. Vuoden 2010 poistokalastushankkeessa ammattikalastajat ovat saaneet lahnaa olennaisesti suurempia määriä kuin särkeä.

Lahnan kasvu on erittäin hidasta, ja yli kaksikiloiset lahnat ovat nykyään hyvin harvalukuisia toisin kuin esimerkiksi 1980-luvulla, jolloin lahnan kasvu oli nopeampaa kuin nykyisin. Isoissa lahnoissa yli 30-vuotiaat yksilöt eivät ole tavattomia. Kasvun hidastuminen johtuu todennäköisesti ravintokilpailun kovenemisesta, mikä lienee seurausta lahnan lukumäärän voimakkaasta lisääntymisestä. Pääsääntöisesti särkikalat suosivat sisäsaaristoa elinympäristönään, särjen ja lahnan lisääntyminenkin ei onnistu yli 4 %:n suolapitoisuudessa. Muiden särkikalajien lisääntymisen suolapitoisuusrajaa ei ole toistaiseksi tutkittu.

Härkäsimppu, kylmän veden vaatija, on runsastunut verkkopyytäjien saaliissa viime vuosina ja on edelleen runsas. Ajoittainen runsastuminen on härkäsimpulle tyypillistä. Hapekkaita kutupohjia vaativan siian luontainen lisääntyminen Saaristomerellä on vähentynyt, samoin kampelan, jolla myös pohjien pieni suolapitoisuus on voinut vaikuttaa lisääntymismenestykseen.

Saaristomerestä on 2000-luvulla tunnistettu kaksi uutta kalalajia. Pilkkiin jäi vuonna 2005 Mustanmeren alueelta peräisin oleva ja etelämpänä Itämerellä paikoin yleistynyt mustakitatokko, josta tuli toinenkin havainto elokuussa 2010. Laji on alkanut runsastua Helsingin edustalla. Viron rannikolla nykyään yleinen, Aasiasta kotoisin oleva hopearuutana on tavattu useasta eteläisen rannikkoalueen lahdesta, ja se lienee ollut vesissämme jo jonkin aikaa ruutanaksi luultuna. Molemmat vieraslajit näyttävät olevan vakiintumassa eteläisten rannikkoalueidemme kalastoon.

Kalastajat ovat raportoineet pitkien rannikkoalojen esiintymisen tai käyttäytymisen muutoksista 2000-luvulla. Muutoksia alettiin havaita jo ennen vuosikymmenen puoliväliä, mutta vapaa-ajan kalastajatkin alkoivat paikoin ihmetellä ”kalojen häviämistä” etelä- ja lounaisrannikolla sekä Selkämeren eteläosassa etenkin vuonna 2009. Ilmiö

näyttää koko ajan voimistuneen. Vuosikymmenen puolivälissä kuhaa alkoi tulla sisälahdista paikoisista, joista kuhaa ei ollut totuttu saamaan. Ammattikalastajat valittivat harmaahylkeiden ilmaantumista perinteisille välisaariston verkkopaikoille ja väittivät niiden ajavan kalat pois. Muutamassa vuodessa ammattimainen kuhankalastus verkoilla välisaaristosta loppui ja keskittyi sisäsaaristoon.

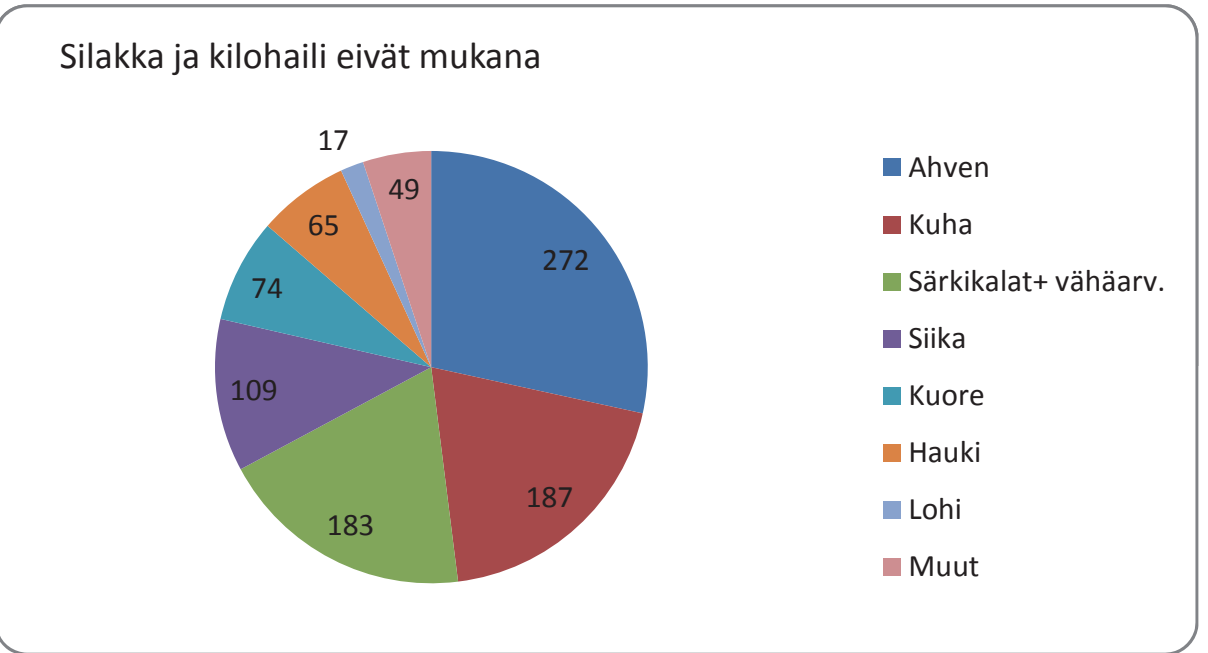
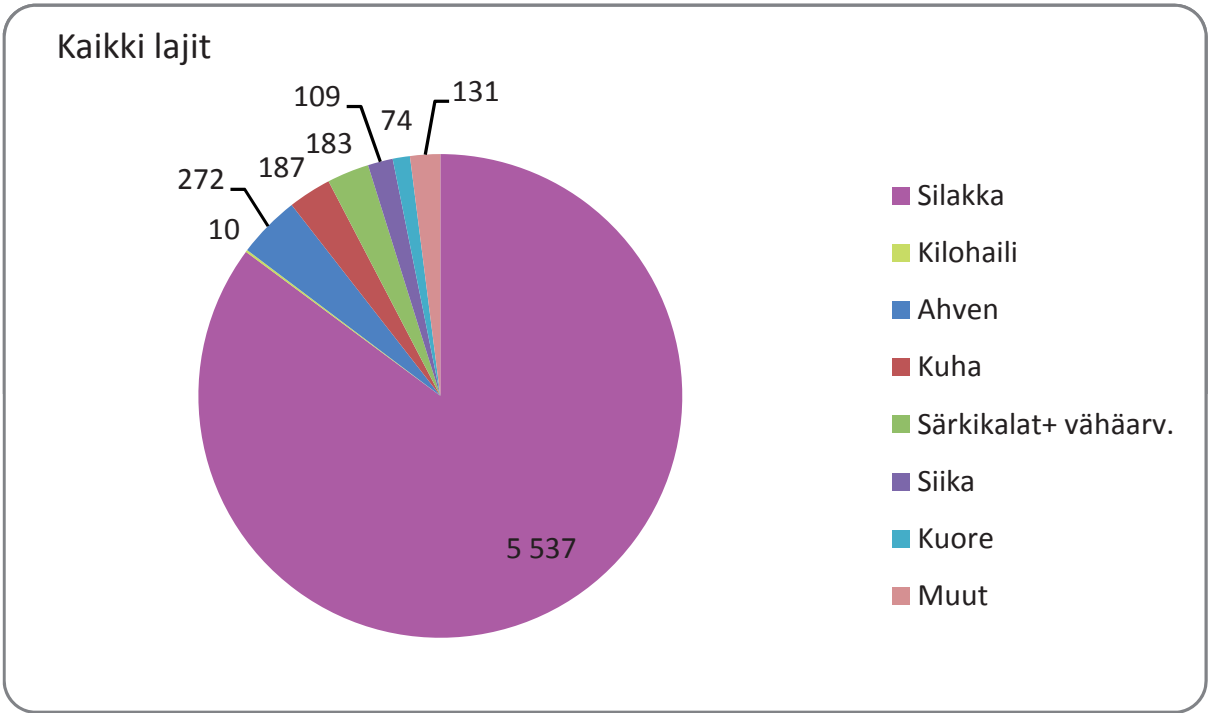
Vuonna 2009 Riista- ja Kalatalouden tutkimuslaitokseen tulleissa yhteydenotoissa oli tyypillistä, että ahvenen kerrottiin hävinneen ennen hyviltä ahvenpaikoilta. Niiden sijaan isoja ahvenia saatettiin saada ruovikon reunalta, jokisuista, laitureiden alta tai muista suojaisista paikoista, ja pilkkiin oli tarttunut ahvenia myös yli 20 metrin syvyydestä. Särkienkin häviämistä yhteydenotoissa ihmetel-

tiin, kun puolestaan lahnat olivat olleet totuttua helpommin havaittavissa ja saatavissa pyydykseen. Havaintojen mukaan kuha ja siika liikkuvat nyt suuremmissa parvissa kuin muutama vuosi sitten, ja kuhan jiggi-pyynti syksyisistä parvista on saanut harrastajansa.

Elokuussa 2009 särkiä havaittiin paikoin aivan matalassa vedessä hyvin suurissa parvissa pitkin etelä- ja lounaisrannikkoa. Muutokset on yhdistetty harmaahylkeen ohella merimetson voimakaaseen runsastumiseen 2000-luvulla. Toistaiseksi näiden tasalämpöisten, myös kookkaita kaloja jahaavien petojen runsastumisen suorat ja epäsuorat yhteydet kalojen käyttäytymiseen ja ehkä yksilömäärienkin muutoksiin ovat epäselvät ja vaativat seurannan jatkamista ja tutkimuksia.



Merialueen kalastuselinkeino on kokenut voimakkaan rakennemuutoksen viimeisten vuosikymmenten aikana, minkä seurauksena kalastajien määrä on vähentynyt huomattavasti. Kuva: Asko Sydänoja



Kuva 31. Suomen ammattikalastuksen saalis Saaristomereltä ja Ahvenanmaan merialueelta sekä niiden eteläpuoliselta ulappa-alueelta vuonna 2009 tonneina. a) kaikki lajit, hauki ja lohi sisältyvät muihin lajeihin. b) muut lajit kuin silakka ja kilohaili. Silakkasaaliista noin kaksi kolmannesta saatiin troolilla saaristosta sekä sen etelärajoilla olevalta avoimelta merialueelta ja kolmannes rysillä saaristosta. Lähes koko kilohailisaalis sekä runsas kolmannes silakkasaaliista saatiin saariston eteläpuoliselta ulappa-alueelta.

6 Osa-alueiden kuormitus ja tila

Saaristomeri ja Ahvenanmaan merialue on seuraavassa jaettu osa-alueisiin, joiden tilaa ja kuormitusta tarkastellaan yksityiskohtaisemmin. Varsinais-Suomen puoleisella Saaristomerellä osa-alueita on yhdeksän ja Ahvenanmaalla neljä (kuva 32). Rannikkoon rajoittuvien osa-alueiden yhteydessä käsitellään myös niiden mannervaluma-alueita.

Kustavin-Taivassalon merialue

Sijainti ja yleispiirteet

Kustavin ja Taivassalon merialue sijaitsee Saaristomeren pohjoisosassa. Alue rajoittuu etelässä Iniön aukkoon, lännessä Kihdin selkään ja pohjoisessa Selkämereen. Vesi vaihtuu Saaristomeren ja Selkämeren välillä suurelta osin Kihdin ja Iniön aukon kautta. Meriä yhdistää myös kaksi alueen poikki luode-kaakko-suunnassa kulkevaa salmea, Ströömi ja Tuulveden-Kaitaisten salmi. Ströömisiä veden vaihtuvuus on voimakkaiden virtausten johdosta melko hyvä, mutta Tuulveden-Kaitaisten salmassa vesi vaihtuu heikosti. Osa-alueen pinta-alasta 60 % on merta. Keskisyvyys on 15 m.

Kuormitus

Kustavin – Taivassalon merialueen suurimmat veden laatua heikentävät paikalliset kuormituskijät ovat maatalous ja kalankasvatus. Kalankasvatus alkoi 1970-luvulla ja on ollut laajamittaista ja paikallisesti merkittävä elinkeino. Kalankasvatuksen kuormitus oli suurimmillaan 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa, minkä jälkeen kuormitus on Kustavin alueella selkeästi vähentynyt. Taivassalossa kasvatus loppui kokonaan vuonna 2000. Nykyään alueen kalankasvatus keskittyy Ströömiin, mutta kalaa kasvatetaan myös Kustavin länsiosan saaristossa. Viime vuosina tuotetun kalan määrä on ollut kolmasosan pienempi kuin 1990-luvun loppupuolella.

Kalankasvatuksen fosforikuormitus oli Kustavissa vuosina 2006 - 2009 keskimäärin 3,7 tonnia ja typpikuormitus 28,9 tonnia vuodessa, mikä on 40 % 1990-luvun jälkipuolen tasosta ja vain 23 - 25 % 1980- ja 1990-lukujen vaihteen tasosta. Ströömin paikallisesta fosforikuormituksesta on kalankasvatuksen osuus edelleen kuitenkin suurin.

Maataloudesta päätyy osa-alueen vesiin fosforia vuosittain arviolta kaksinkertainen määrä kalankasvatukseen verrattuna. Suurin osa maatalouskuormituksesta tulee mantereenpuoleiselta valuma-alueelta ja kohdistuu Tuulveden-Kaitaisten salmeen. Mynälahteen tulevan hajakuormituksen, josta suurin osa on peräisin maataloudesta, vaikutus näkyy ainakin ajoittain myös Kustavin - Taivassalon alueella.

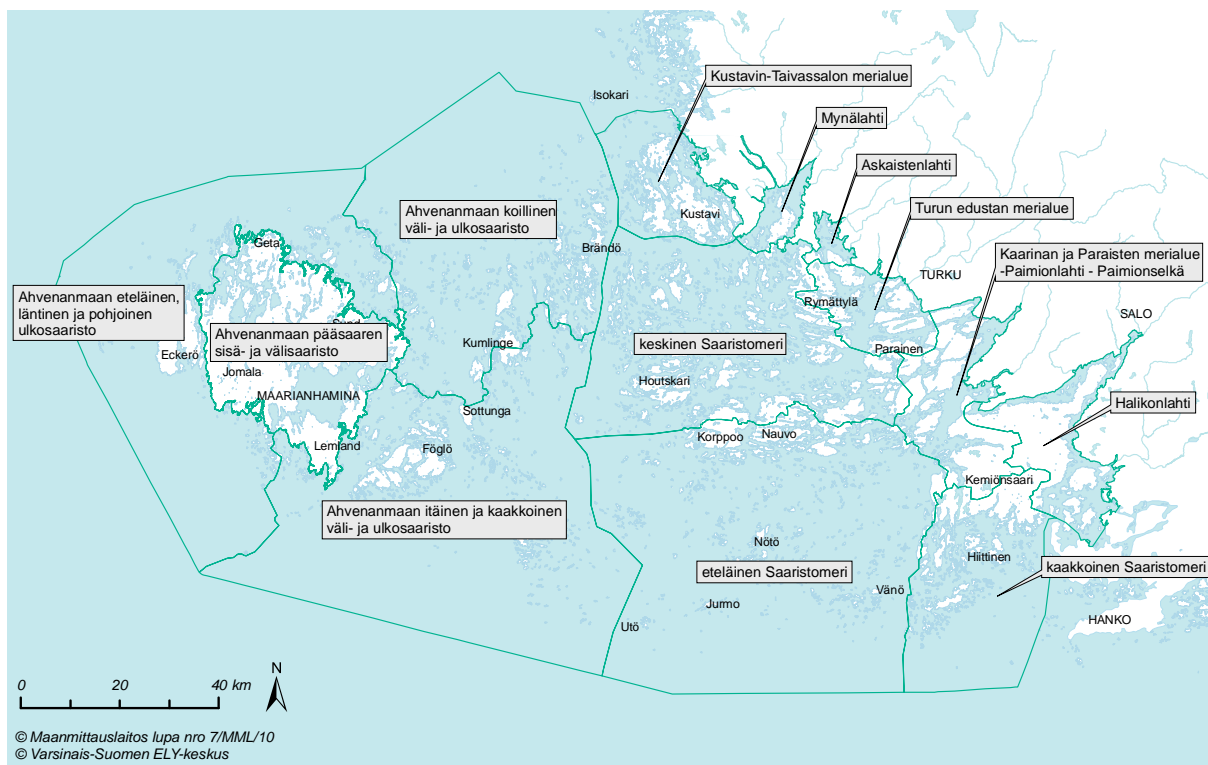
Jätevesikuormitusta merialueelle tulee Kustavin kunnan jätevedenpuhdistamosta sekä kalantukastamosta ja -perkaamoista. Kustavin kunnan jätevedet johdetaan todennäköisesti v:sta 2012 lähtien puhdistettavaksi Uuteenkaupunkiin. Kaiken kaikkiaan puhdistettujen asutus- ja teollisuusjätevesien osuus merialueen kokonaiskuormituksesta on vähäinen.

Alueella on runsaasti haja- ja erityisesti loma-asutusta, joista myös tulee kuormitusta. Viemäriverkon ulkopuolisia vakituisia asuntoja on vajaa 400 ja loma-asuntoja 3500. Parhailaan mm. Kustavin Kaurissalossa rakennetaan vesijohto- ja viemäriverkkoa, johon myös monet loma-asunnot liittyvät. Jätevedet tullaan johtamaan Uudenkaupungin jätevedenpuhdistamolle.

Ilmalaskeumana koko Kustavin-Taivassalon merialueelle tulee fosforia vähemmän kuin kalankasvatuksesta mutta tyyppä moninkertaisesti.

Merialueen tila

Kustavin-Taivassalon merialue on luokiteltu tilataan tyydyttäväksi lukuun ottamatta Kihdin pohjoisosaa, joka on hyvässä tilassa. Rehevyytasoluokituksen mukaan merialue on nykyisellään lievästi



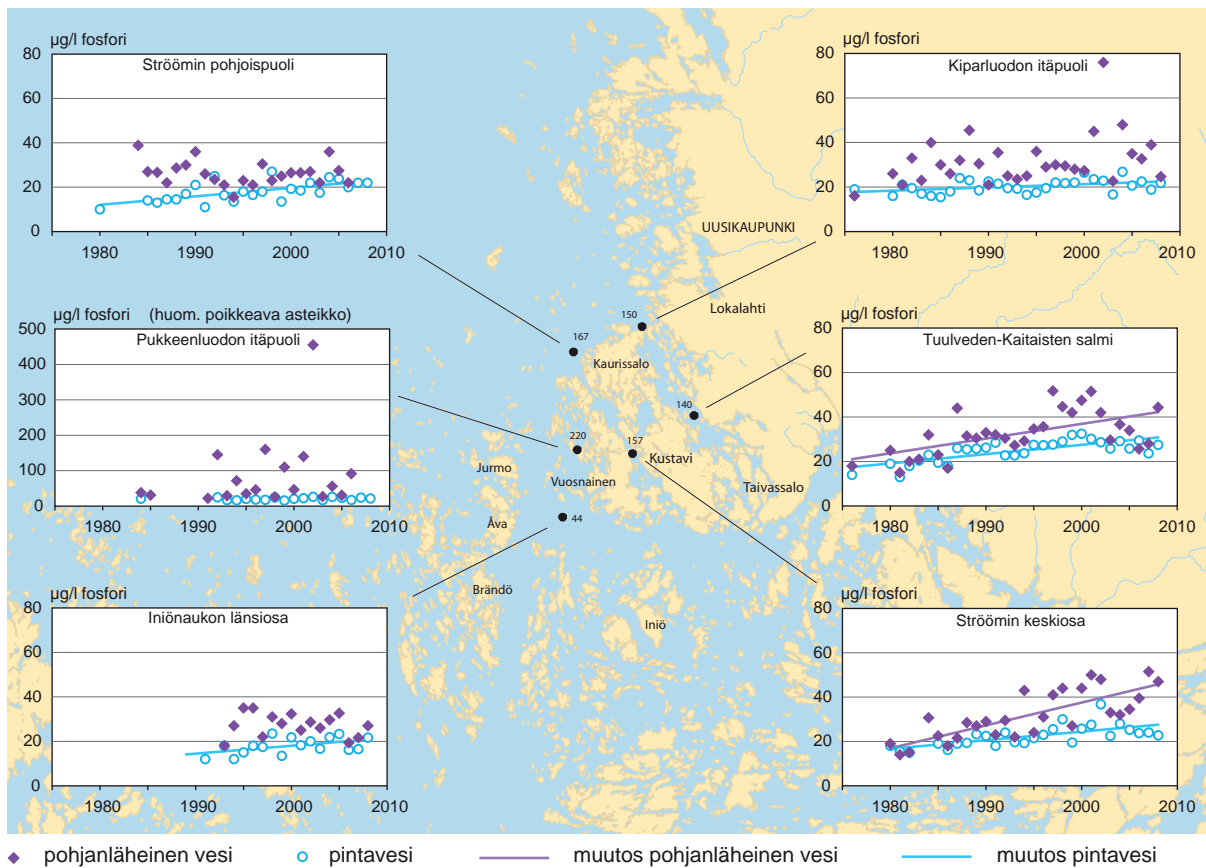
Kuva 32. Raportissa tarkasteltavat osa-alueet ja niiden rajat.

rehevää tai rehevää. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus on heinä-elokuussa vaihdellut osa-alueen eri osissa viime vuosina 17 µg/l ja 27 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 2,2 µg/l ja 5,4 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 1,7 m – 4,1 m.

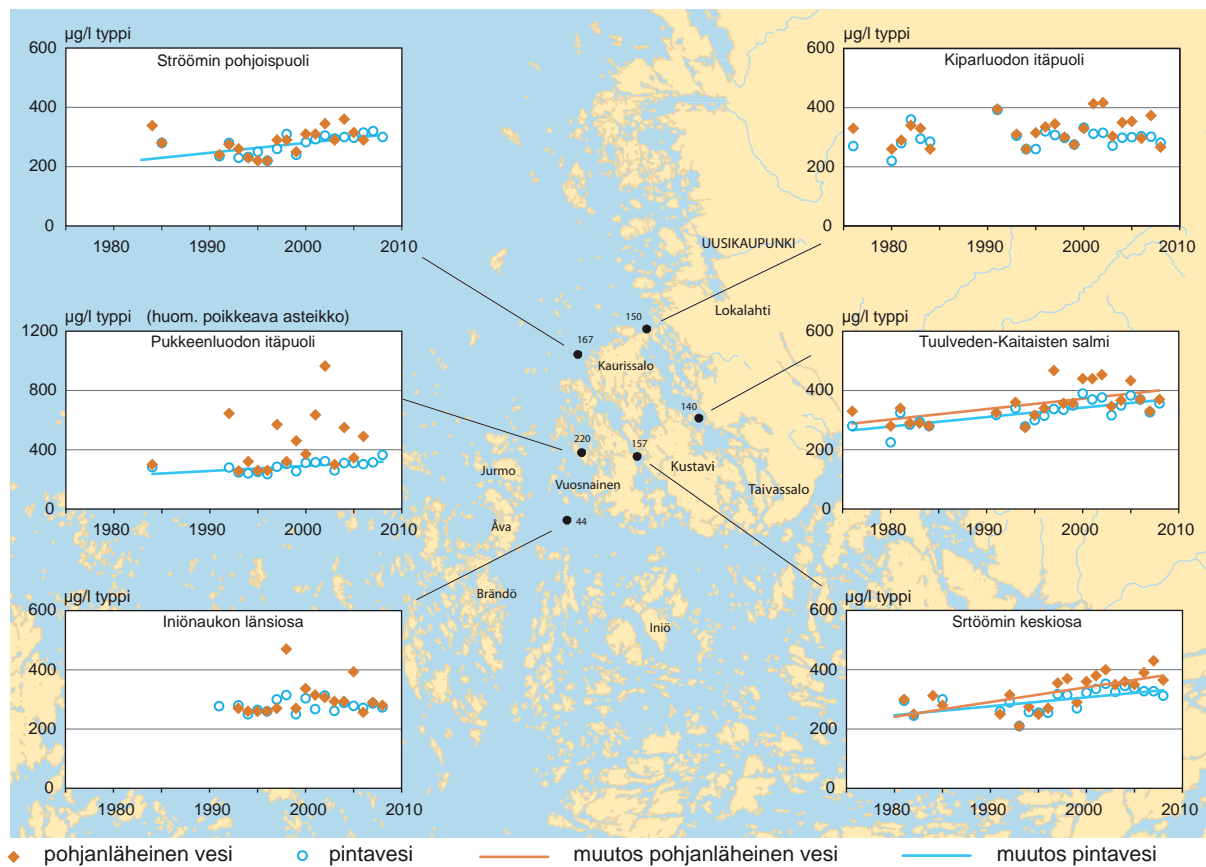
Huolimatta kalankasvatuksen kuormituksen vähentymisestä, ravinteiden ja a-klorofyllin pitoisuudet ovat Ströömässä ja sen pohjoispuolella sekä Kustavin länsiosan saaristossa pääsääntöisesti kasvaneet ja näkösyvyys pienentynyt (kuva 33). Viime vuosina pintaveden ravinnepitoisuuksien kasvu näyttäisi Ströömässä kuitenkin tasaantuneen tai kääntyneen lievään laskuun. Pohjanläheisessä vedessä tasaantumista ei kuitenkaan ole havaittavissa (kuva 33a ja b). Myös Iniönaukon länsiosassa Kihdin laidalla veden laatu on heikentynyt pintaveden fosforipitoisuuden ja näkösyvyyden osalta, mutta on kuitenkin sisempiä alueita parempi. Pohjanläheisen veden happipitoisuus on loppukesällä ollut Ströömässä ja sen pohjoispuolella lievässä laskusuunnassa, mutta on pysynyt kuitenkin kohtuullisen hyvänä johtuen voimakkaista virtauksista (kuva 33e). Sen sijaan Kustavin länsipuolen tarkkailupisteessä Pukkeenuodon itäpuolella hapen vajoaus on ajoittain ollut merkittävää jo pitempään. 2000-luvun alkupuolen jälkeen ei ole kuitenkaan mitattu yhtä alhaisia happipitoisuuksia kuin 1990-luvulla (kuva 33e).

Ströömin ohella myös Tuulveden-Kaitaisten salmi on rehevöitynyt. Fosfori- ja typpipitoisuus on kasvanut salmen keskiosassa kesällä ja talvella (kuvat 33a, b ja d). Myös tuotantokerroksen a-klorofyllipitoisuus on kasvanut ja veden näkösyvyys vastaavasti pienentynyt (kuva 33c). Tuulveden-Kaitaisten salmen pohjoispuolikin on rehevöitynyt, mutta muutokset eivät ole olleet yhtä voimakkaita kuin itse salmessa (Kiparluodon itäpuoli, kuva 33). Pohjanläheisen veden happitilanne on heikentynyt 1980-luvulta lähtien ja ajoittain on havaittu melko alhaisiakin happipitoisuuksia sekä salmessa että sen pohjoispuolella (kuva 33e). 2000-luvun alkupuolen jälkeen Tuulveden-Kaitaisten salmen tilan heikentyminen näyttäisi kuitenkin pysähtyneen, ja varsinkin klorofyllissä ja näkösyvyudessa on havaittavissa parantumista (kuva 33c). Myös happitilanne on aivan viime vuosina ollut hyvä (kuva 33e).

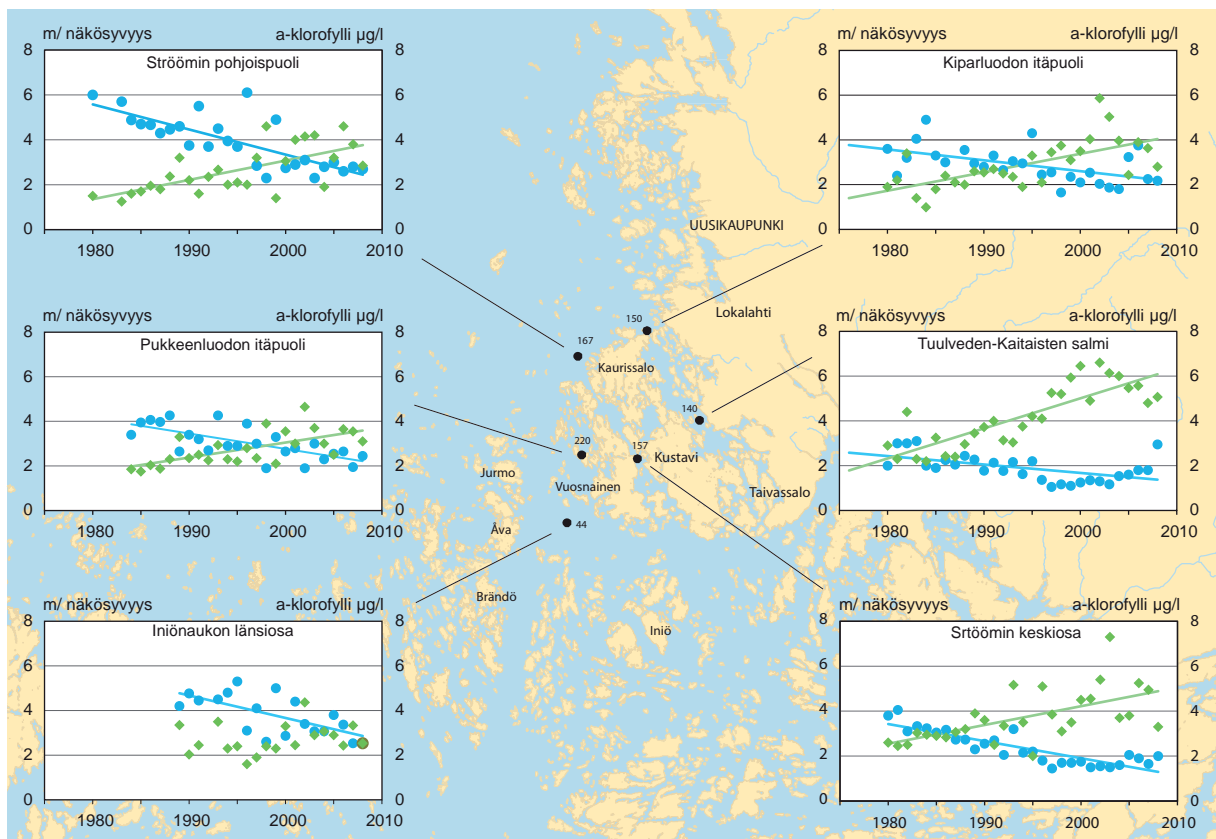
Epäorgaanisten ravinteiden suhteen perusteella typpi näyttää olleen Kustavin ja Taivassalon alueella miniravinne eli kasviplanktonin kasvua rajoittava ravinne kesäkuukausina sekä 1990- että 2000-luvuilla.



Kuva 33a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä Kustavin - Taivassalon merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

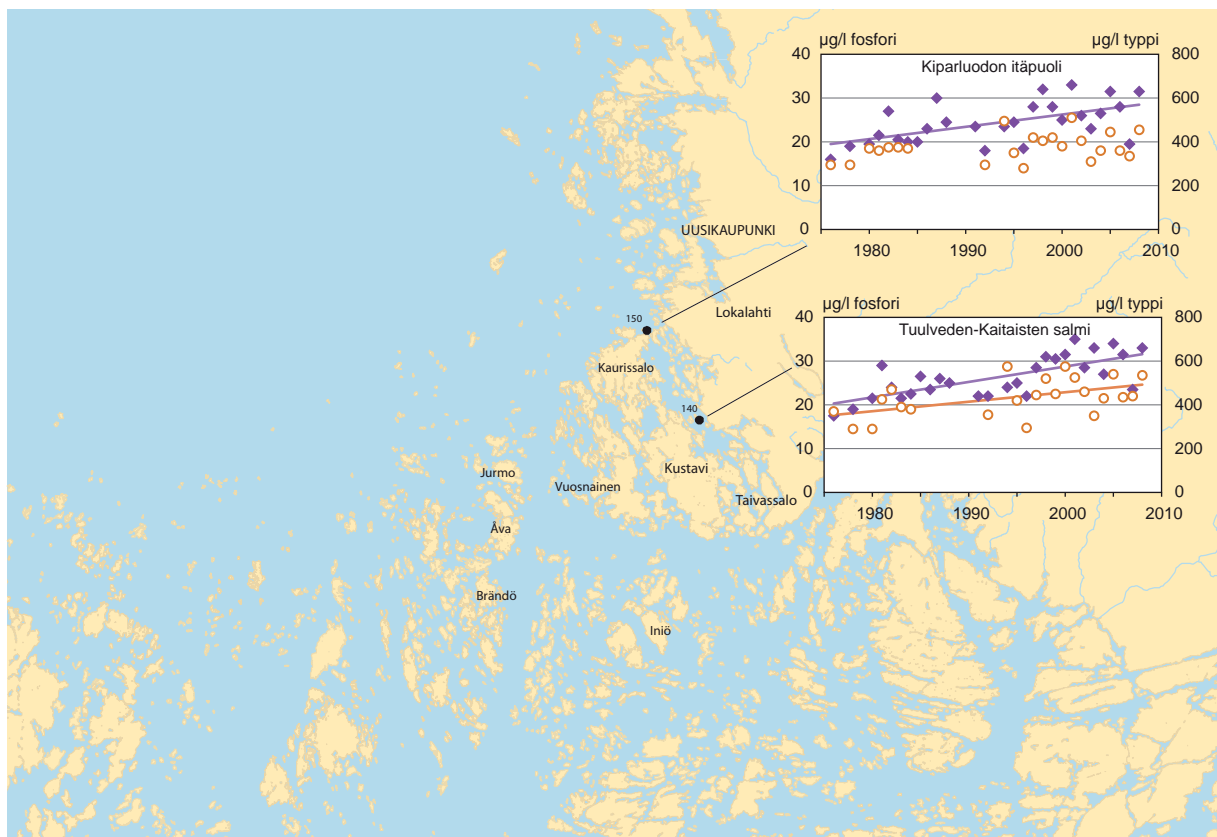


Kuva 33b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä Kustavin - Taivassalon merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



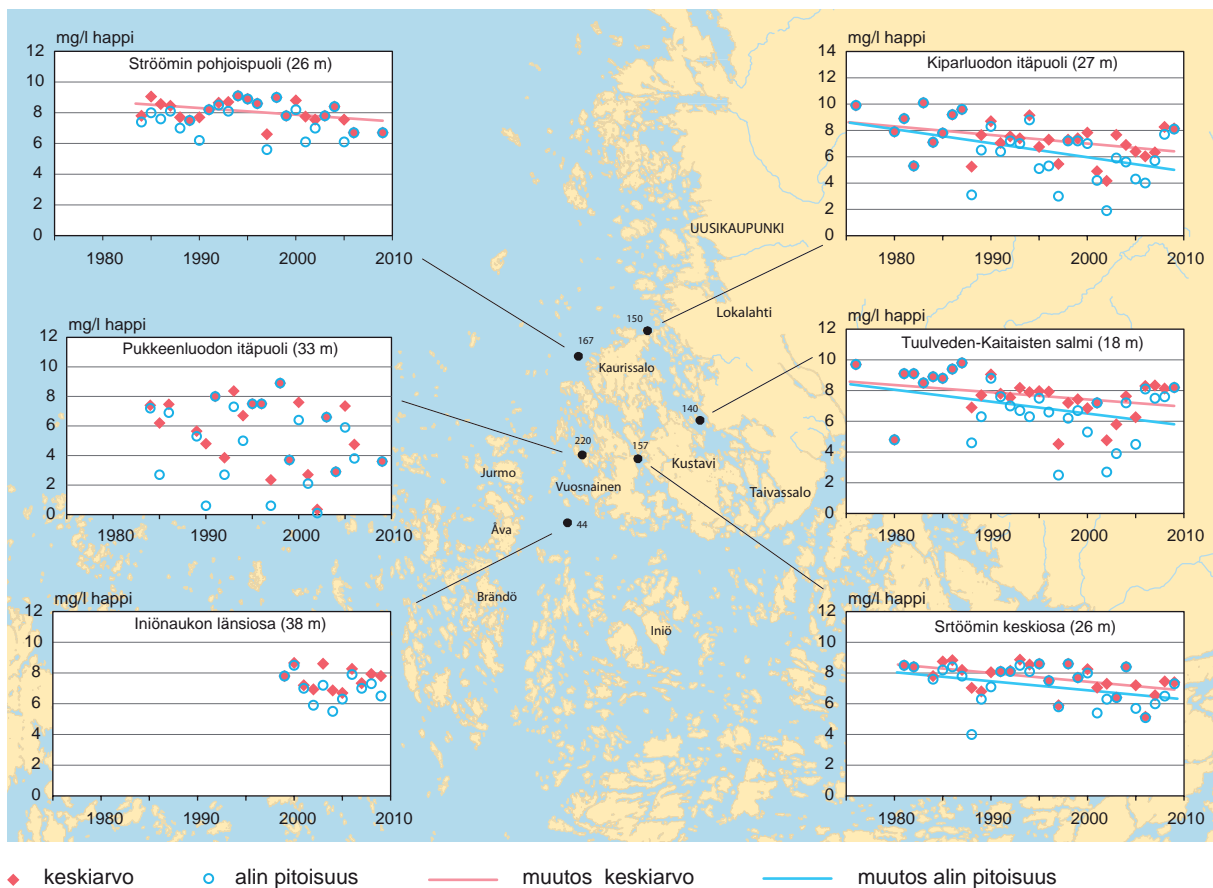
● näkösyvyys ◆ a-klorofylli — muutos näkösyvyys — muutos a-klorofylli

Kuva 33c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä eräillä Kustavin - Taivassalon merialueen seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



◆ fosfori ○ typpi — muutos fosfori

Kuva 33d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella eräillä Kustavin - Taivassalon merialueen seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 33e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä erällä Kustavin - Taivassalon merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Mynälahti

Sijainti ja yleispiirteet

Mynälahti ja sen edusta ovat matalahkoa sisä- ja välisaaristoa. Lahden ulko- ja suuosien saaret erottavat pitkälle mantereen sisälle ulottuvan lahden muusta merialueesta. Kaiken kaikkiaan saaria on kuitenkin melko vähän ja veden osuus alueen pinta-alasta on yli 70 %. Mynälahti on melko matala. Osa-alueen keskisyvyys on 5 m.

Mynälahti ja erityisesti sen perukka, Mietoistenlahti, ovat luontoarvoiltaan merkittäviä. Mietoistenlahti on kansainvälisestäkin huomattava lintuvesiensuojelukohde ja lahden perukkaan laskevan Laajoen suisto tarjoaa Lounais-Suomen tärkeimmän kevätmuutonaikaisen levähdyspaikan tuhansille linnuille. Lahti on myös tärkeä kalojen lisääntymis- ja poikastuotantoalue. Luontoarvojen lisäksi Mynälähdän perukka ympäristöineen on luokiteltu valtakunnallisesti arvokkaihin maisemakokonaisuuksiin. Alue on myös suosittu virkistys- ja retkeilykohde.

Kuormitus

Ravinnekuormitusta Mynälähteen tuovat Mynäjo- ja Laajoki sekä pienempi Puttaanjoki. Ravinteita tulee myös suoraan lahteen rajoittuvalta valuma-alueelta. Ylivoimaisesti suurin kuormituslähde on maatalous ja kotieläintalous, jota on runsaasti varsinkin Vehmaalla, mutta ravinteita tulee jonkin verran myös haja-asutuksesta. Pistekuormitusta lahteen ei nykyään tule lukuun ottamatta Puttaanjoen kautta kulkeutuvia Vehmaan jätevedenpuhdistamon puhdistettuja jätevesiä. Niiden osuus lahden kokonaiskuormituksesta on mitätön. Ilmalaskeuman merkitys on Mynälähdellä melko pieni johtuen suuresta maatalouskuormituksesta.

Merialueen tila

Nykyään koko Mynälahti on fosfori- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella rehevä. Lahden sisäosa on luokiteltu ekologiselta tilaltaan välttäväksi ja ulko-osa tyydyttäväksi. Monena kesänä veden laatua ovat heikentäneet runsaana esiintyneet sinilevät. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus on heinä-elokuussa vaihdellut Mynälähdän eri osissa viime vuosina 26 µg/l ja 44 µg/l välillä

ja a-klorofyllin määrä 5,4 µg/l ja 10,2 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 0,8 m – 1,5 m.

Mynälähden fosfori- ja typpipitoisuudet ovat kesällä olleet nousussa sekä lahden sisä- että ulkosissa (kuva 34a ja 34b). Talvella etenkin typpipitoisuus vaihtelee vuosittain runsaasti ja on kesän arvoja huomattavasti korkeampi varsinkin pintavedessä johtuen jokien talvella tuomista valumavesistä. Vesialueen rehevöityminen näkyy myös kasviplanktonin määrää kuvaavan a-klorofyllin pitoisuuksien nousuna lähes koko lahden alueella (kuva 34c). Veden näkösyvyys on pienentynyt koko alueella; suhteellisesti eniten on heikentynyt Taivassalon Länsiaukon näkösyvyys (kuva 34c).

Mynälähden vesi ei mataluudesta johtuen tavallisesti kerrostu, mistä syystä pohjanläheisen veden happitilanne on loppukesällä yleensä hyvä varsinkin lahden sisäosissa. Lahden ulko-osassa Rouhunaukolla hapen määrä on kuitenkin ollut laskusuunnassa ja ajoittain happipitoisuus on ollut selvästi alentunut (kuva 34e). Länsiaukon pohjoisreunan syvänteessä pohjan happitilanne on heikentynyt eniten. Pitoisuudet olivat alhaisimmillaan vuosituhanen vaihteessa, minkä jälkeen happitilanne on jonkin verran parantunut. Länsiaukolla myös pohjanläheisen vesikerroksen ravinnepitoisuudet olivat kesällä noususuunnassa 2000-luvun alkupuolelle saakka, mutta viime vuosina kasvu on tasaantunut (kuvat 34a ja b). Talvella fosforin määrä on Länsiaukolla noussut pintavedessä viime vuosiin asti (kuva 34d).

Epäorgaanisten ravinteiden suhteen perusteella typpi näyttäisi säätelevän kasviplanktonin kasvua loppukesällä Mynälähden alueella.

Mynälahteen laskevat suurimmat joet

Laajoki

Sijainti ja yleispiirteet

Laajoki saa alkunsa Yläneeltä, virtaa Mynämäen kunnan halki ja laskee Mynälähden pohjukkaan. Laajoen 389 km² valuma-alueesta peltojen osuus on 17 %, mikä on vähemmän kuin Lounais-Suomessa keskimäärin. Maalajit ovat suurelta osin eloperäisiä. Soiden osuus on vastaavasti tavanomaista suurempi, 23 %. Järvien osuus vesistöalueen pinta-alasta on noin 2 % Elijärven ja Vaskijärven ollessa suurimmat järvet. Joen keskivirtaama on 3,1 m³/s. Tyypiltään Laajoki on keskisuuri kangasmaiden joki.

Kuormitus ja tila

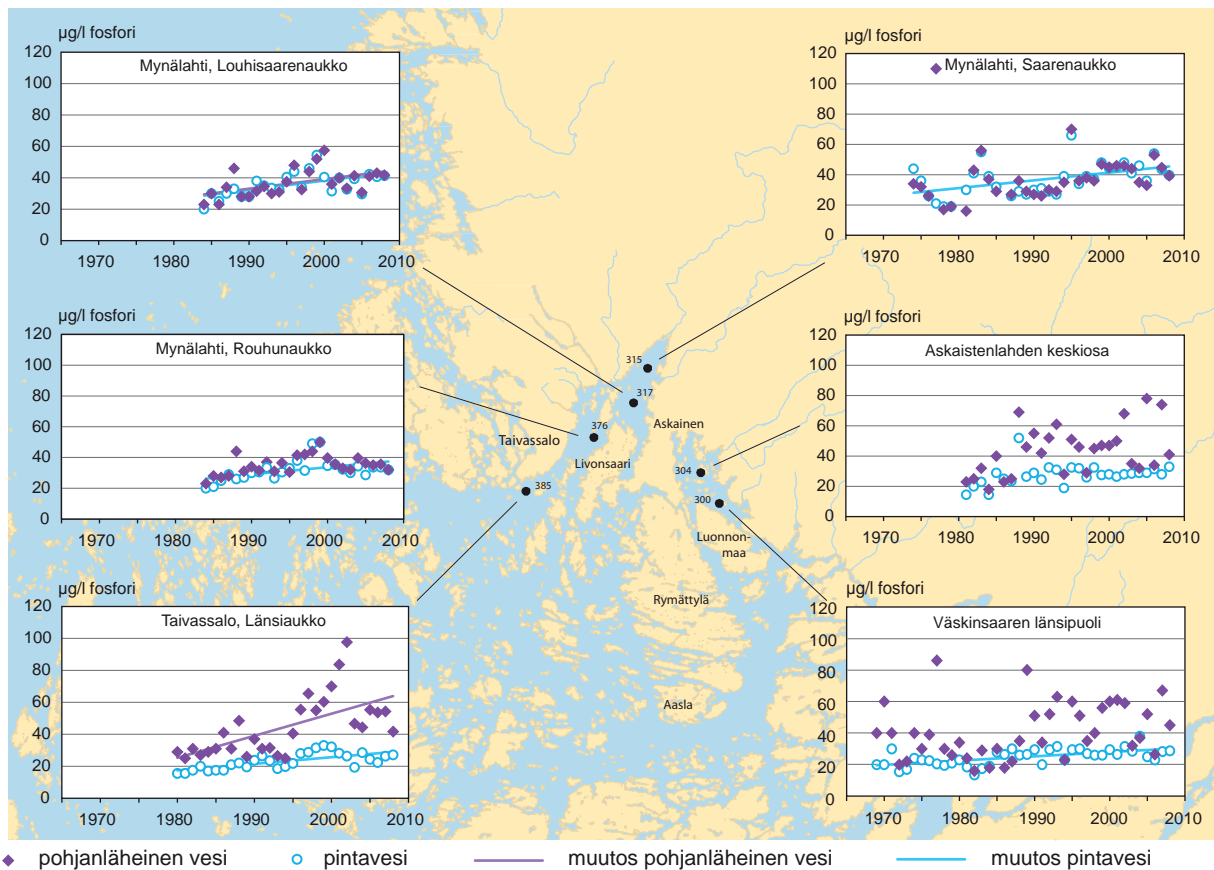
Laajokeen kohdistuva kuormitus muodostuu luonnonhuuhtouman lisäksi lähinnä hajakuormituksesta, jota tulee maataloudesta, haja-asutuksesta ja metsätaloudesta. Alueella on jonkin verran myös turvetuotantoa. Alhaisemmasta peltoprosentista johtuen maatalouden osuus kokonaiskuormituksesta on pienempi kuin esimerkiksi Mynäjoen ja Hirvijoen vesistöalueilla, mutta maatalous on täälläkin keskeinen kuormittaja. Alueella ei enää nykyään sijaitse teollisuuslaitoksia, kuntien jätevedenpuhdistamoja tai muita vastaavia pistekuormittajia.

Laajoen veden laatua on seurattu 1970-luvulta asti. Veden ravinnepitoisuudet ovat selvästi alhaisempia kuin Lounais-Suomen savikkoalueiden jokivesissä; keskimääräinen fosforipitoisuus joen alajuoksulla on ollut 88 µg/l ja typpipitoisuus 1530 µg/l vuosina 2005 – 2009. Tilaltaan Laajoki on luokiteltu tyydyttäväksi.

Laajoen kuormitusta ei pystytä arvioimaan kovin tarkasti, koska joen virtaamaa ei mitata ja ravinneäyitteitä otetaan vain muutaman kerran vuodessa. Suomen ympäristökeskuksen vedenlaatumallin mukaan fosforikuormituksen on arvioitu vuosina 2005 - 2009 olleen keskimäärin 12 tonnia ja typpikuormituksen 270 tonnia vuodessa.

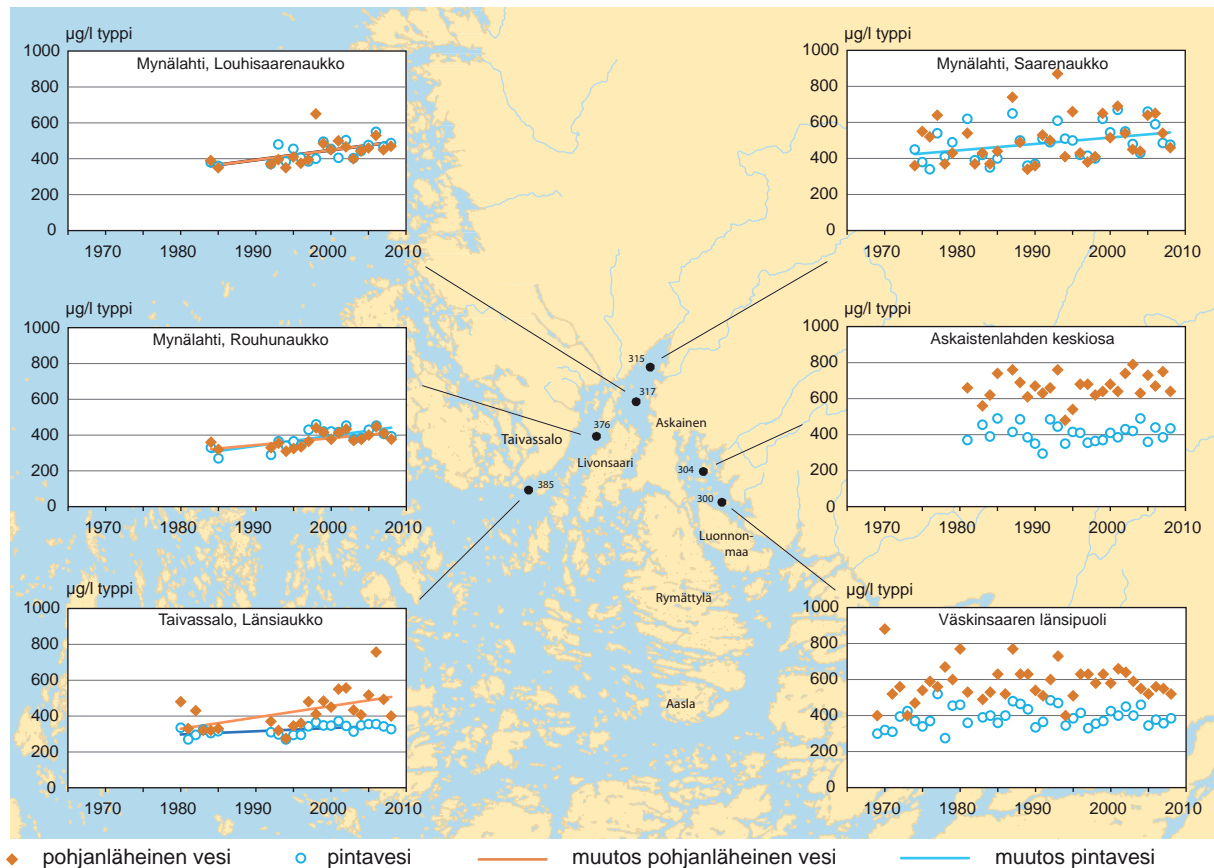
Laajoen valuma-alueella on Itämeren Litorinavaiheessa syntyneitä happamia sulfidimaita. Pohjaveden laskiessa maaperässä olevat rikkiyhdisteet hapettuvat sulfaateiksi, jotka jokeen huuhtoutuessaan muuttavat jokiveden ajoittain happamaksi. 1990 - 2000-luvuilla Laajoen pH on ollut alimmillaan 5,1 talvella 1997.

Alhainen pH voi aiheuttaa jokivesistöissä kalaja rapukuolemia. Maaperän happamuus vaikuttaa myös hajakuormituksen suuruuteen. Typpi huuhtoutuu happamilta sulfidimailta helpommin kuin muilta mailta, mutta sen sijaan fosforin huuhtoutuminen on sulfidimailta vähäisempää. Laajoen hapen vesi on ajoittain laskenut myös Mynälähden pohjukan veden happamuuden lähelle pH-arvoa 6, kun se normaalisti on selvästi yli 7, kesäaikana lähellä arvoa 8. 1990- ja 2000-luvuilla em. alhaisia happamuusarvoja ei ole kuitenkaan mitattu.



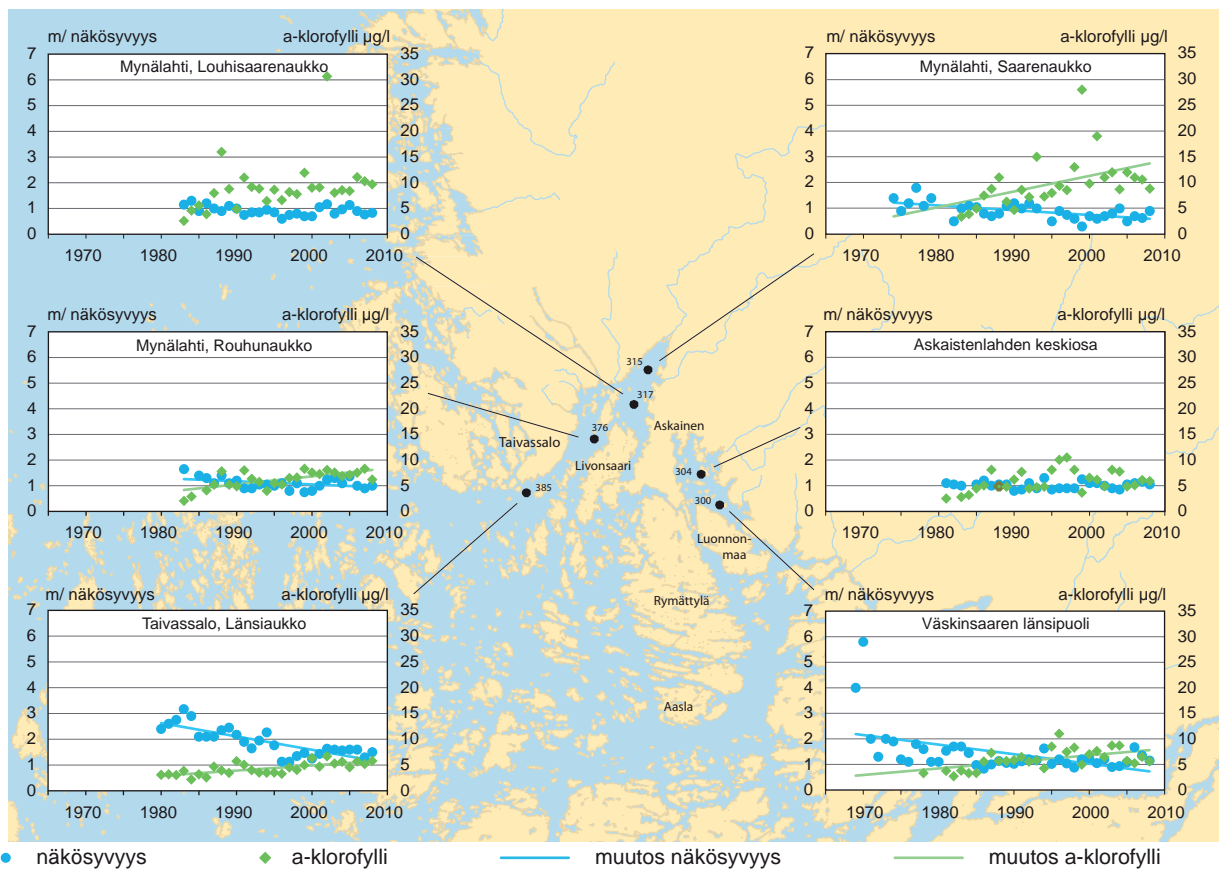
◆ pohjanläheinen vesi ○ pintavesi — muutos pohjanläheinen vesi — muutos pintavesi

Kuva 34a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä erällä Mynälähten ja Askainenlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta

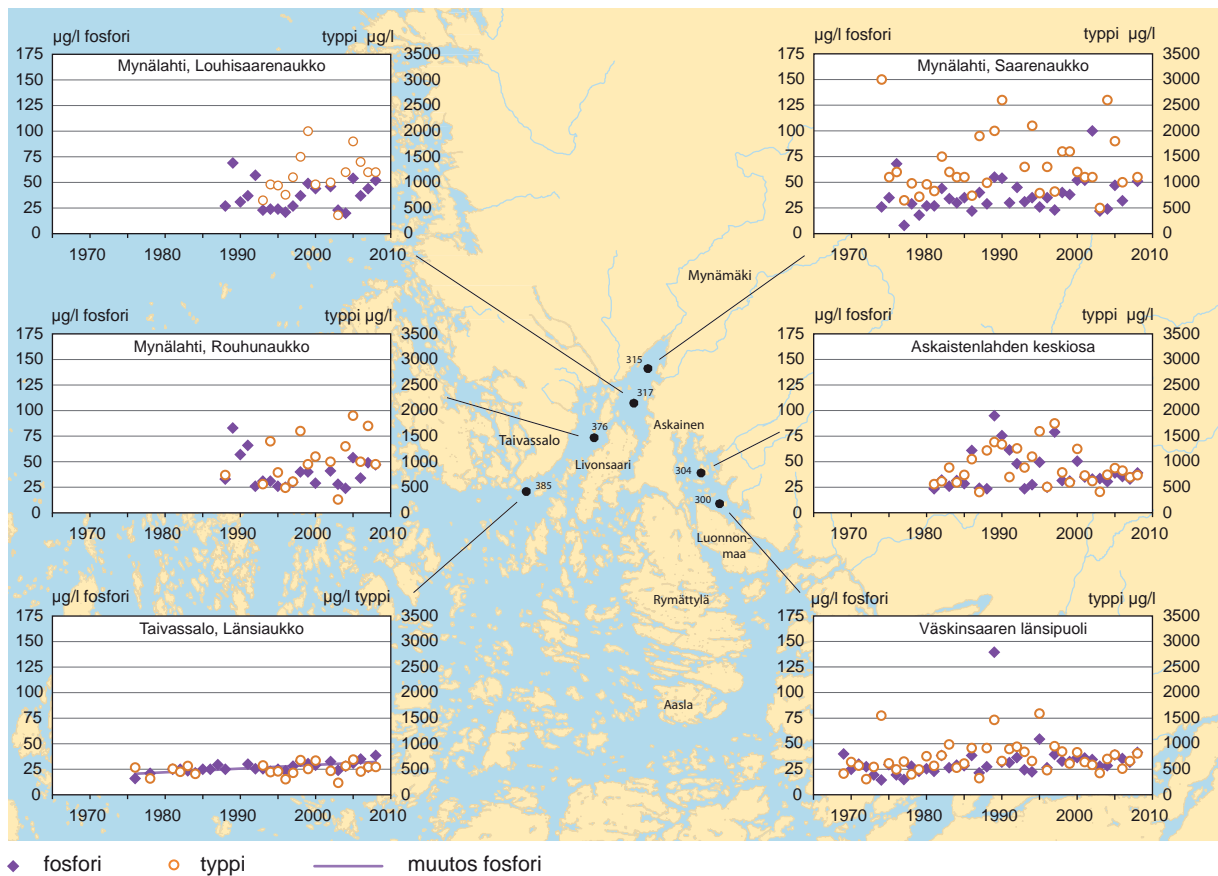


◆ pohjanläheinen vesi ○ pintavesi — muutos pohjanläheinen vesi — muutos pintavesi

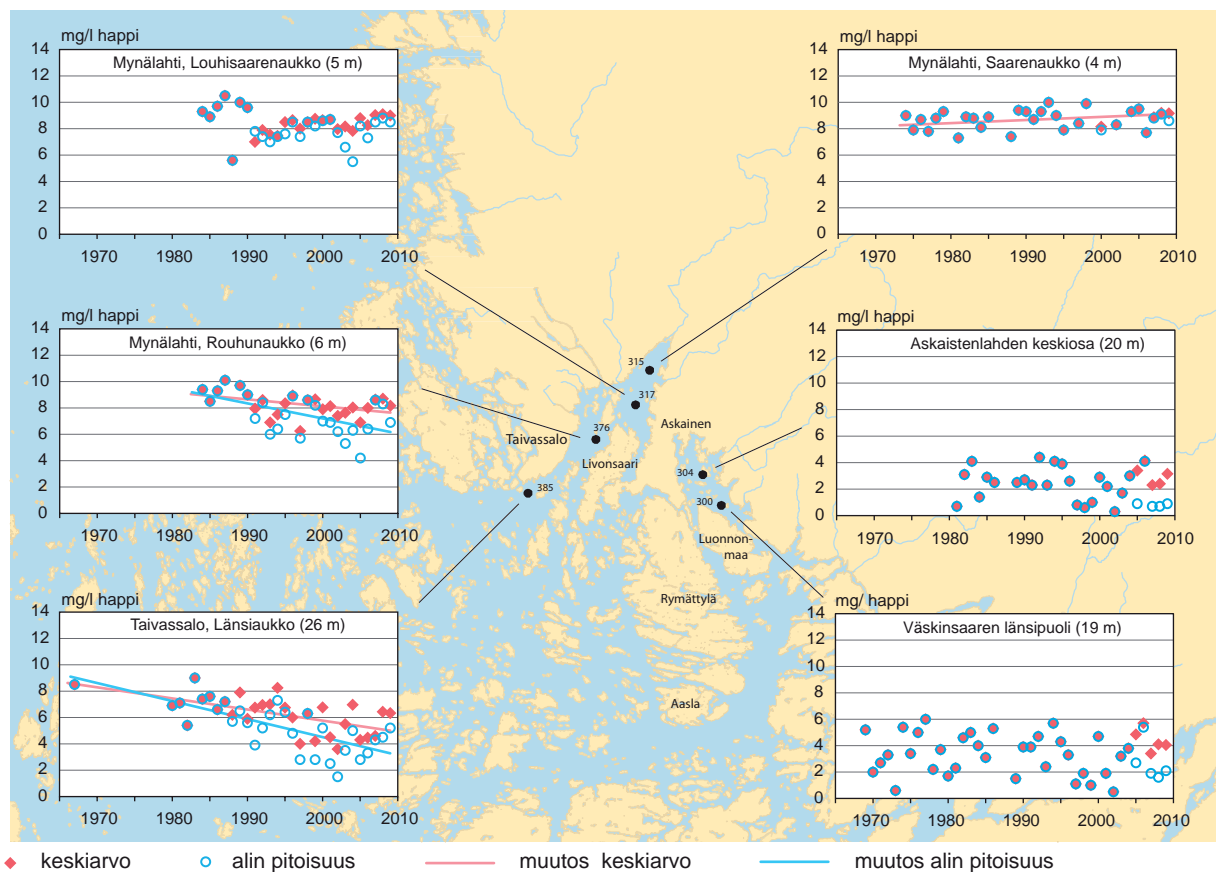
Kuva 34b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä erällä Mynälähten ja Askainenlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta



Kuva 34c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä eräillä Mynälähden ja Askaistenlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 34d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella eräillä Mynälähden ja Askaistenlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 34e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä eräillä Mynälähdän ja Askaistenlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta

Mynäjoki

Sijainti ja yleispiirteet

Mynäjoki alkaa Raasinjoki-nimisenä Yläneeltä Raasin suoalueilta, virtaa Pöytyän ja Mynämäen kuntien alueella ja laskee Mynälähdän sisäosaan sen itäpuolelta. Joen valuma-alueen pinta-ala on 306 km², josta noin viidennes on peltoa. Valuma-alueen vallitsevat maalajit ovat joen yläjuoksulla turve ja moreeni, alajuoksulla savi. Alajuoksun valuma-alue on Lounais-Suomelle tyypillistä eroosioherkkää savikkoa, ja pääosa valuma-alueen pelloista sijaitseekin alajuoksun varrella. Joen vesi on ruskeaa, humuspitoista, sameaa ja runsasravinteista. Järviä on vähän (0,33 % pinta-alasta), mistä syystä virtaamavaihtelut ovat suuria. Vaihtelua lisää vielä viime vuosikymmenten tehokas ojitus metsä- ja suoalueilla. Joen keskivirtaama on noin 2,5 m³/s. Tyypiltään Mynäjoki on keski-suuri savimaiden joki.

Kuormitus

Mynäjokeen päätyvästä fosforista lähes 70 % ja tyypistä runsas 60 % on peräisin maataloudesta. Haja-asutuksen jätevesien merkitys on Mynäjoen kuormittajana edelleen kohtalainen. Aiemmin Mynäjokeen laskettiin käsiteltyä taajamajätevesiä

useaan paikkaan, mutta nykyään taajamien jätevedet pumpataan siirtoviemäreitä pitkin puhdistettaviksi Kakolan jätevedenpuhdistamoon Turkuun. Viimeisenä päättyi Mietoisten taajaman puhdistamon toiminta vuoden 2007 lopussa. Nykyään pistemäistä jätevesikuormitusta tulee Mynäjokeen enää Raasin leirialueelta, jonka jätevedet johdetaan oman puhdistamon käsittelyn jälkeen Raasinojaan. Kuormitus on kuitenkin hyvin vähäistä.

Mynäjoki on luokiteltu tilaltaan tyydyttäväksi. Ravinnepitoisuudet ovat alajuoksulla melko korkeita ja selvästi ylä- ja keskijuoksua suurempia. Alajuoksun keskimääräinen fosforipitoisuus on vuosina 2005 - 2009 ollut 110 µg/l ja typpipitoisuus 1700 µg/l. Veden hygieeninen tila on pääosin välttävä.

Suomen ympäristökeskuksen vedenlaatumallin mukaan Mynäjoen fosforikuormituksen on arvioitu vuosina 2005 - 2009 olleen keskimäärin 11 tonnia ja typpikuormituksen 230 tonnia vuodessa.



Itämeren laivaliikenne on moninkertaistunut muutamassa vuosikymmenessä.
Tämä näkyy myös Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueella. Kuva: Asko Sydänoja

Askaistenlahti

Sijainti ja yleispiirteet

Askaistenlahti sijaitsee Naantalın Luonnonmaan saaren pohjoispuolella. Lahti on melko matala voimakkaasti ruovikoitunut sisäsaaristoalue, joka on yhteydessä Saaristomereen Naantalinsalmen, Särkängsalmen ja Merimaskun Kirkonsalmen välityksellä. Veden vaihtuvuus salmien kautta on vähäinen. Kaksi kolmasosa Askaistenlahden pinta-alasta on vesialuetta, loppu on saaria. Lahden keskisyvyys on runsaat 6 m.

Kuormitus

Eniten Askaistenlahden veden laatuun vaikuttaa valuma-alueelta Hirvijokea ja sen sivujokea Maskun-jokea pitkin kulkeutuva ravinnekuormitus, joka on valtaosin peräisin maataloudesta. Haja-asutus kuormittaa jonkin verran samoin kuin ilmalaskeuma. Yhdyskuntajätevesiä tulee hieman Hirvijoen mukana, mutta niiden merkitys on vähäinen.

Merialueen tila

Askaistenlahti on rehevä ja ekologiselta tilaltaan se on luokiteltu tyydyttäväksi. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on ollut viime vuosina 30 µg/l. a-klorofyllin määrä on vaihdellut lahden seurantapaikoilla 5,9 µg/l ja 6,4 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 1,0 m – 1,2 m.

Rehevöityminen on edennyt jonkin verran viimeisten vuosikymmenten aikana. Rehevöitymiskohitystä kuvaa muun muassa a-klorofyllipitoisuuden nousu sekä Väskinsaaren että Askaistenlahden keskiosan tarkkailupisteillä (kuva 34c). Lahden keskiosassa kasvu taittui ja klorofyllipitoisuus kääntyi lievään laskuun 1990-luvun puolivälissä, mutta Väskinsaaren alueella klorofyllipitoisuus kasvoi 2000-luvun alkuvuosinakin. Myös kesän aikainen fosforipitoisuuden nousu ja näkösyvyyden pieneneminen Väskinsaaren lähistöllä kertovat lahden veden laadun heikentyneen (kuva 34 a ja c). Talvella typpi- ja fosforipitoisuudet ovat olleet 2000-luvulla alempia kuin 1990-luvulla varsinkin lahden keskiosissa (kuva 34d).

Pohjanläheisessä vesikerroksessa happi on loppukesällä ollut ajoittain hyvin vähissä molemmissa paikoissa, mutta muutosta ei tarkastelujaksolla ole havaittavissa (kuva 34e). Väskinsaaren länsipuolella pohjan happitilanne on viime kesinä ollut kuitenkin hieman 1990-luvun loppua ja 2000-luvun alkua parempi.

Askaistenlahteen laskevat joet

Hirvijoki

Sijainti ja yleispiirteet

Hirvijoki alkaa Mynämäen suo- ja metsäalueilta, virtaa Nousiaisten viljelymaiden halki, ja laskee mereen Askaistenlahden koillisosassa. Hirvijoen merkittävin sivuhaara on Maskunjoki, joka yhtyy Hirvijokeen noin kilometri ennen Hirvijoen suuta.

Tyypiltään Hirvijoki kuuluu keskisuuriin savimaiden jokiin. Tilaltaan se on luokiteltu tyydyttäväksi. Hirvijoen vesistöalueen kokonaispinta-ala on 283 km², josta kolmasosa on peltoa. Joen keskivirtaama on 2,3 m³/s, mutta koska valuma-alueella on tuskin lainkaan järviä (0,03 % pinta-alasta), ovat virtaamavaihtelut suuria.

Kuormitus

Arvioiden mukaan 76 % Hirvijokeen tulevasta fosforista ja 67 % typeistä on peräisin maataloudesta. Haja-asutuksen jätevedet lisäävät joen kuormitusta jonkin verran. Joen alaosaan johdetaan Lemun ja Askaisten keskustaajamien puhdistetut jätevedet. Maskun ja Nousiaisten jätevedet, jotka aiemmin puhdistettiin paikallisissa puhdistamoissa ja johdettiin Hirvijokeen, pumpataan nykyään siirtoviemäreitä pitkin puhdistettavaksi Turun Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle.

Hirvijoen virtaamaa ei mitata, ja ravinnenäytteitä otetaan vain muutaman kerran vuodessa. Näistä syistä joen kuormitus on arvioitu Suomen ympäristökeskuksen vedenlaatumallilla, jonka mukaan vuotuinen fosforikuormitus oli vuosina 2005 - 2009 keskimäärin 23 tonnia ja typpikuormitus 308 tonnia.

Hirvijoen veden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin 134 µg/l ja typpipitoisuus 1820 µg/l vuosina 2005 – 2009. Pitoisuuksissa ei näy selvää muutosta, vaan ne vaihtelevat suuresti vuodesta ja vuodenajasta riippuen.

Turun edustan merialue

Sijainti ja yleispiirteet

Turun edustan merialuetta luonnehtivat suuret saaret, pitkät salmet sekä alueen keskeinen osa, Airisto. Salmet ovat väyläalueita lukuun ottamatta matalia ja veden vaihtuvuus niissä vaihtelee mm. jokien virtaamien mukaan. Airisto muodostaa suuren allasalueen, jonka suurimmat syvyydet ovat jopa 90 metriä. Alue ulottuu rannikon suunnassa Naantalın edustalta Viheriäistenaukon kautta Turun edustan salmiin ja Paraisten pohjoispuolelle, Vappariin. Etelässä alue ulottuu Airiston eteläosiin Airismaan vaiheille ja lännessä Rymättylään ja Kotkanaukkoon. Alueen sisäosat kuuluvat sisäsaaristoon, Airisto pääasiassa välisaaristoon. Meren osuus alueen pinta-alasta on runsaat 40 %. Keskisyvyys on 12 m, mutta ero syvän Airiston ja matalien salmialueiden välillä on suuri.

Kuormitus

Turun edustan merialueen tilaan vaikuttavat intensiivisesti viljeltyjen savimaiden halki virtaavat joet sekä asutuksen jätevedet. Teollisuuden kuormitus on vähentynyt ja on nykyään melko pientä. Aurajokea pitkin merialueelle tulevan kuormituksen määrä on huomattava, mutta lähes yhtä paljon hajakuormitusta tulee osa-alueen muulta valuma-alueelta Ruskonjoesta sekä suoraan mereen rajoituvilta valuma-alueilta. Suurin osa hajakuormituksesta on lähtöisin maataloudesta, mutta myös haja-asutuksen osuus on huomattava.

Turun edustan merialueen ylivoimaisesti suurin jätevesikuormittaja on Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo. Vuonna 2008 valmistuneeseen puhdistamoon johdetaan Turun lisäksi useiden ympäristökuntien jätevedet, mikä keskitti aiemmin useaan paikkaan johdetun jätevesikuormituksen yhteen kohtaan, Turun satama-altaaseen. Paraisten ja muutaman valuma-alueella sijaitsevan kunnan puhdistamot toimivat kuitenkin edelleen.

Jätevesien osuus mereen tulevasta typpikuormituksesta on viime vuosina ollut noin kolmasosa mutta fosforikuormituksesta kymmenesosa. Jätevedenpuhdistamoiden ansiosta jätevesien aiheuttama fosforikuormitus väheni viidennekseen 1970-luvulla, ja on puhdistustekniikan kehittymisen myötä edelleen hitaasti laskenut. Typpikuormitus sen sijaan pysyi pitkään lähes ennallaan. Viime vuosina typpikuormitus on kuitenkin pienentynyt typenpoiston tehostumisen seurauksena, ensin Turun Pansion puhdistamolla ja nyt Kakolan

puhdistamon käynnistyttyä. Vuonna 2009 Kakolan puhdistamo puhdisti jätevesien typestä 80 % ja fosforista 98,0 %

Teollisuuden merkittävimmät kuormittajat sijaitsevat Naantalın edustalla. Niiden ravinnekuormitus on kuitenkin pientä verrattuna yhdyskuntajätevesiin.

Ilmalaskeuman osuus kokonaiskuormituksesta on pieni johtuen merialueen pienestä pinta-alaosuudesta ja suuresta haja- ja pistekuormituksesta. Kaukokulkeuman lisäksi Turun edustan merialueelle kertyy paikallista alkuperää olevaa ilmalaskeumaa, joka on lähtöisin teollisuuden polttoprosesseista ja liikenteestä.

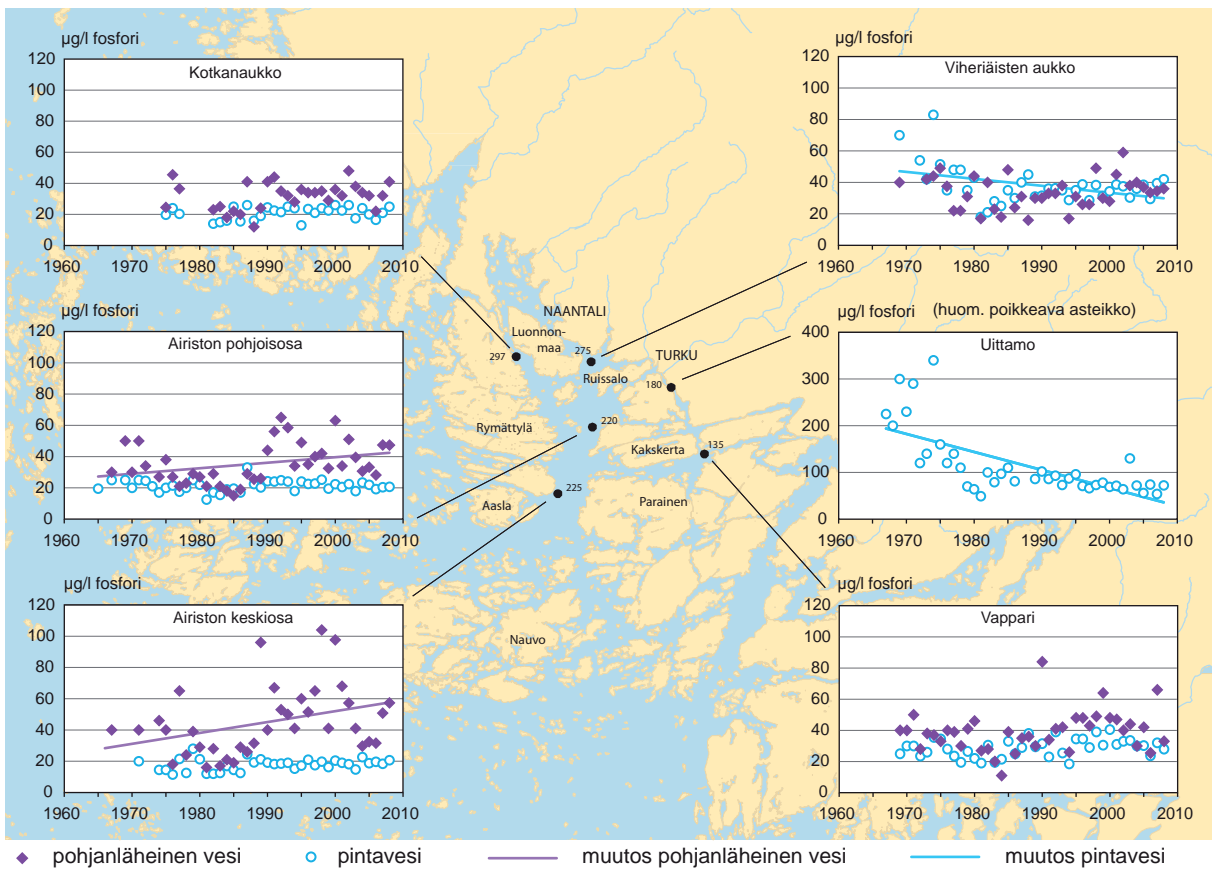
Pohjois-Airistolle on usean vuosikymmenen ajan läjitetty lähinnä Aurajoen suun ja sataman edustan laivaväylien ruoppausmassoja. Vuosina 1989 - 2008 Turun sataman ruoppausmassoja läjitettiin vuosittain noin 50000 - 1130000 m³. Ruoppausmassojen sisältämät ravinteet sekä raskasmetallit ja muut ympäristölle vaaralliset aineet vaikuttavat läjitysalueiden veden laatuun ja eliöstöön. 2000-luvulla on kiinnitetty erityistä huomiota Turun ja Naantalın satamien edustojen pohjasedimenteissä sekä myös kaloissa ja simpukoissa havaittuihin tribuutyyliin ja muihin orgaanisiin tinayhdisteisiin, joiden pitoisuudet ovat paikoin hyvin korkeita (ks. erillinen artikkeli tinayhdisteistä s. 37).

Merialueen tila

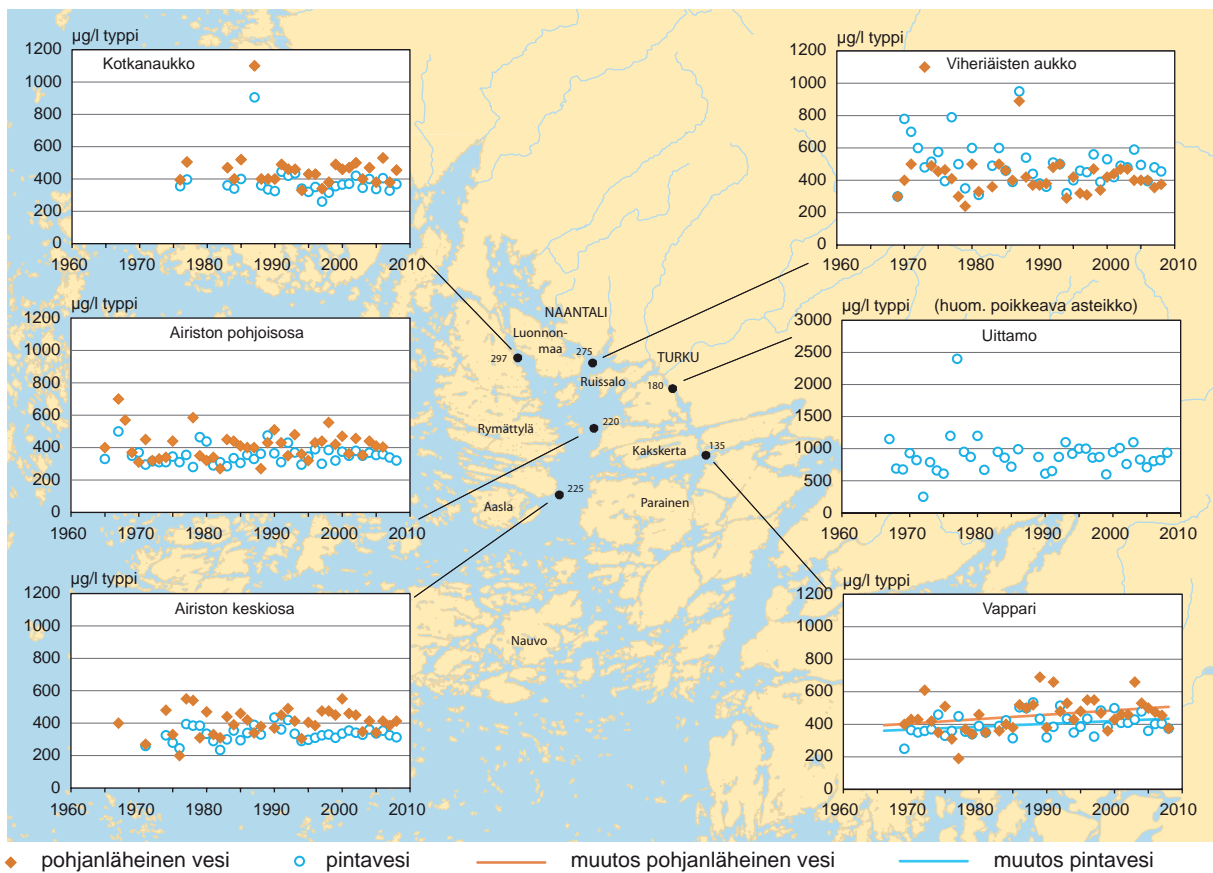
Turun edustan merialueen veden laatua on seurattu pitkään, paikoitellen 1960-luvulta lähtien, ja se onkin yksi Saaristomeren tutkituimpia osia. Saaristomeren yleinen rehevöityminen on nähtävissä myös Turun merialueella rehevöityneen vyöhykkeen laajentumisena alueen sisäosista kohti Airistoa ja avoimempia vesialueita. Vesi on edustan kapeissa salmissa sameaa ja runsasravinteista ja ekologiselta tilaltaan välttävää. Aurajoen vaikutus näkyy alueella selkeästi. Myös Kuusistoa ympäröivät salmet, Hirvensalon ja Kaksikerran sekä Hirvensalon ja Satavan väliset vedet, Viheriäistenaukko ja Naantalın sataman edusta ovat välttäviä. Raisionlahti on luokiteltu tilaltaan huonoksi. Muu Turun lähimerialue on tyydyttävässä luokassa.

Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on vaihdellut Turun edustan merialueen eri osissa viime vuosina 20 µg/l ja 98 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 4,8 µg/l ja 49 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 0,4 m – 2,2 m.

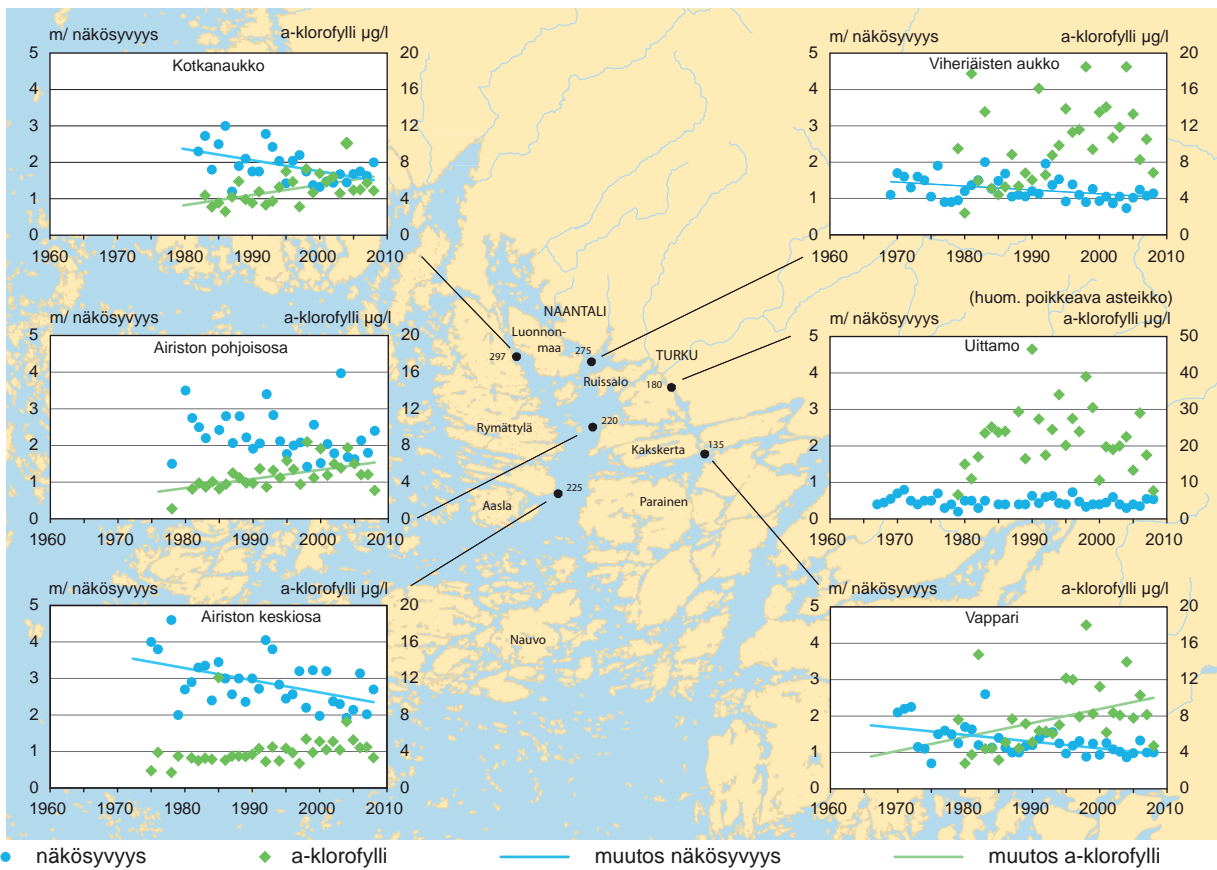
Pintaveden fosforipitoisuudessa ei ole havaittavissa selkeää yhtenäistä muutosta. Silmiinpistäväntä on fosforipitoisuuden lasku kaupunkien lähivesillä mm. Pitkäsalmessa Uttamalla, Viheriäisten aukolla (kuva 35a) ja Raisionlahdella (ei kuvaa)



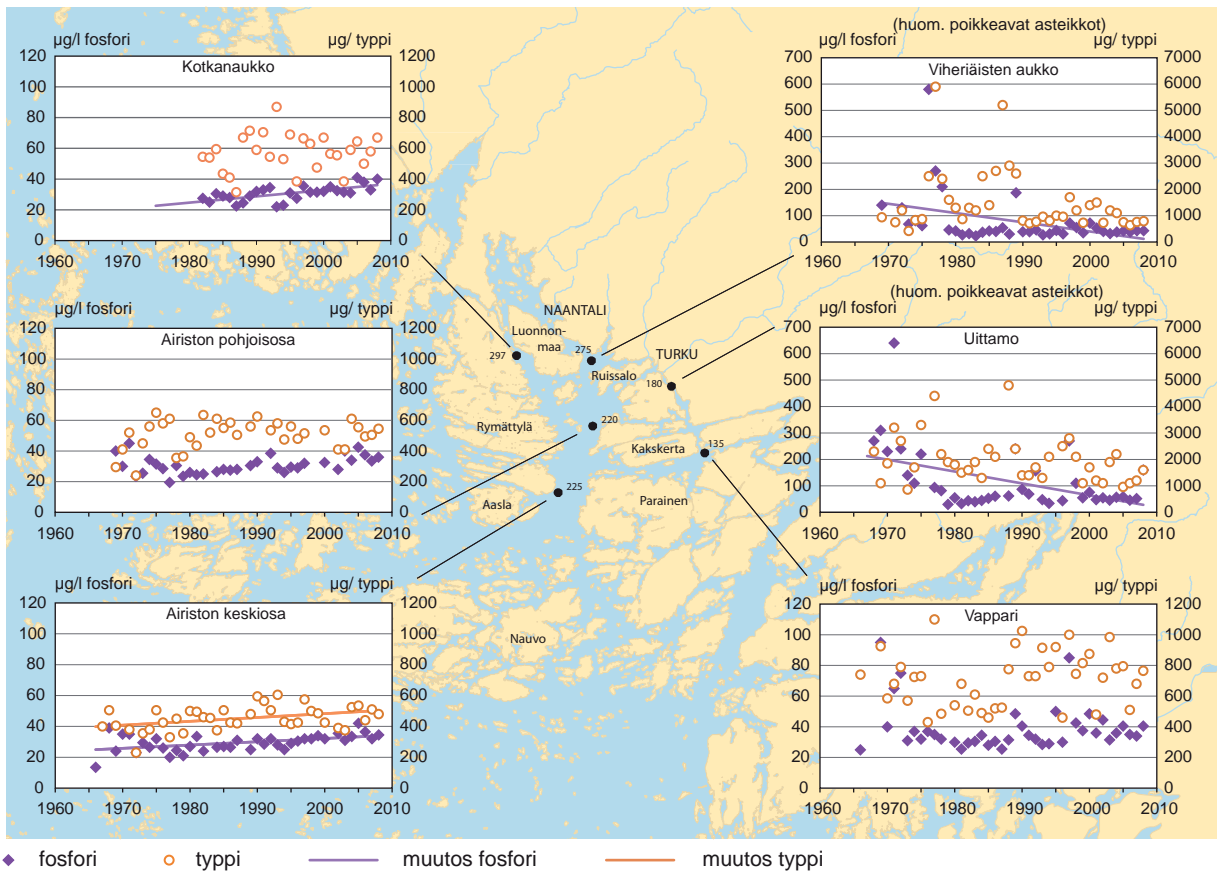
Kuva 35a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä Turun edustan merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



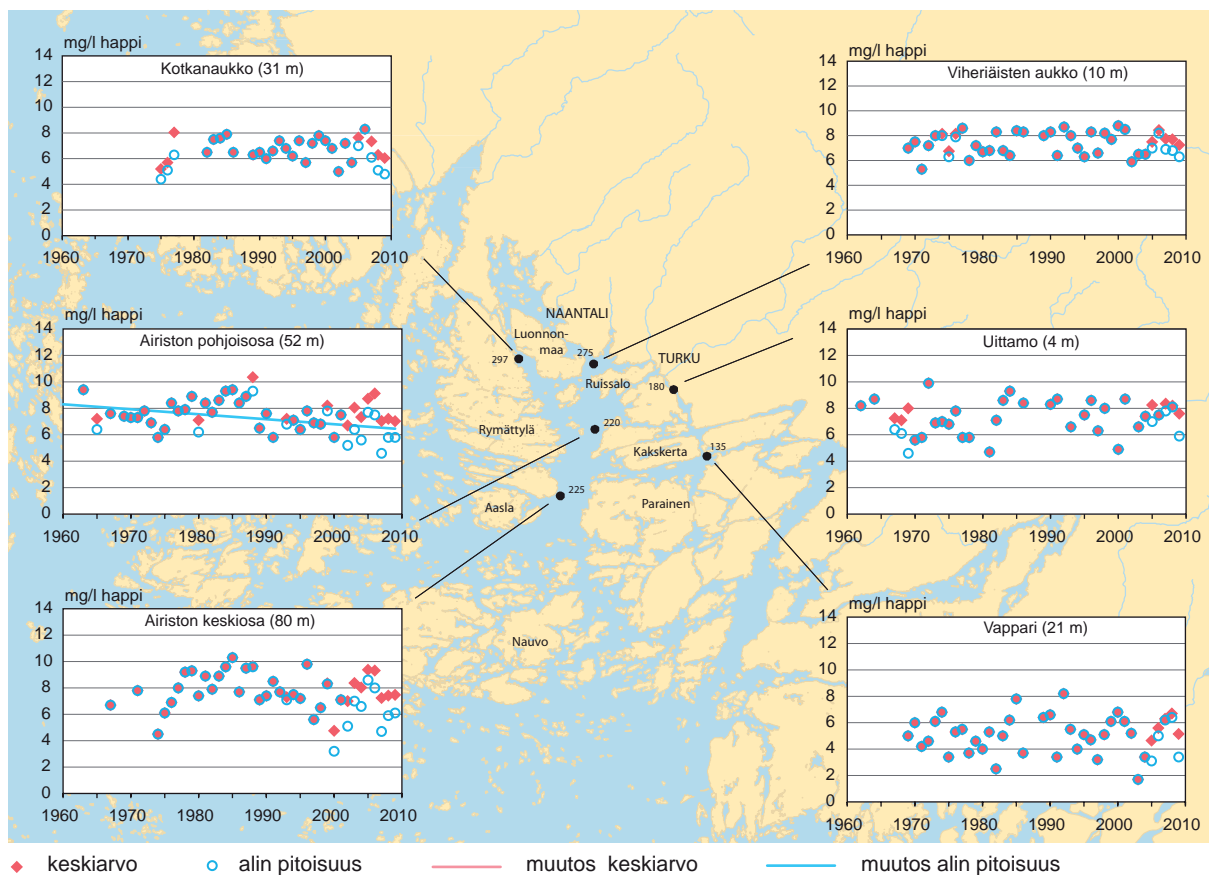
Kuva 35b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä Turun edustan merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 35c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä eräillä Turun edustan merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 35d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella eräillä Turun edustan merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 35e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä eräillä Turun edustan merialueen seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

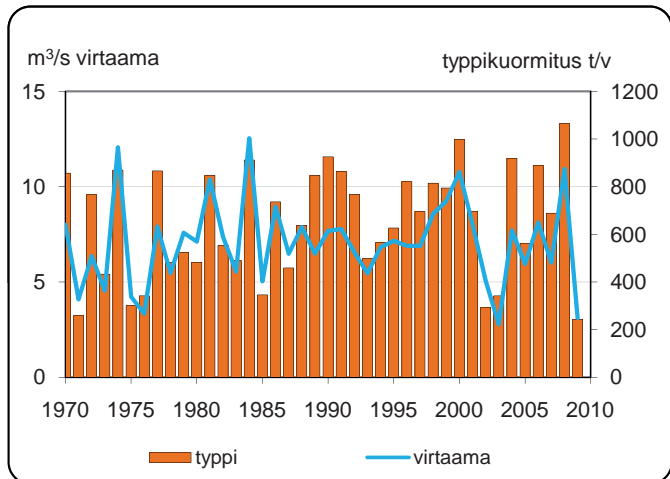
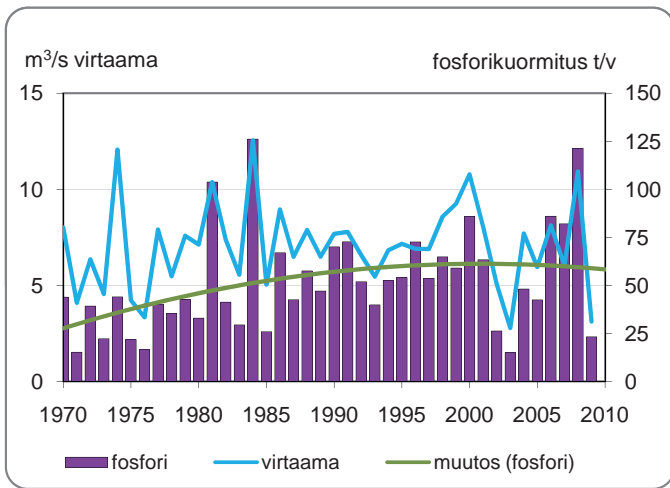
erityisesti 1970-luvulla, mikä johtui jätevedenpuhdistamoiden rakentamisesta ja fosforinpuhdistuksen käyttöönotosta. Pitkäsalmessa fosforipitoisuus on alentunut myöhemminkin sekä kesällä että talvella. Myös Airistolla ja Vapparilla on fosforipitoisuudessa havaittavissa laskua 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa, kesällä erityisesti pohjanläheisessä vedessä (kuva 35a). Tämä voi niin ikään johtua jätevesien fosforinpoiston käyttöönotosta. 1980-luvun alun jälkeen on fosforipitoisuus Airistolla kuitenkin kasvanut. Kesällä Airiston fosforimäärän lisääntyminen on nähtävissä pohjanläheisessä vedessä, joskin viime vuosina kasvu on tasaantunut. Vapparillakin fosforin määrä lisääntyi 1980- ja 1990-luvuilla, mutta on viime vuosina ollut taas laskussa etenkin pintavedessä. Kotkanaukolla fosforipitoisuus on kasvanut talvella (kuva 35d).

Typipitoisuudessa ei ole tapahtunut selkeitä muutoksia, vaan se on pysynyt 1970-luvulta alkaen nykypäivään asti pääasiassa samalla tasolla (kuva 35b). Vapparilla loppukesän typipitoisuus on kuitenkin noussut pitkällä aikavälillä hieman sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä, ja Airiston keskiosassa talvenaikainen typipitoisuus

on kohonnut (kuva 35d). Talvella pintaveden typipitoisuus on kesää suurempi ja vaihtelee rannikon tuntumassa vuosittain suuresti riippuen mm. valuma-alueelta tulevien sulamisvesien määrästä.

Tuotantokerroksen a-klorofyllipitoisuus on noussut tasaisesti muualla paitsi Turun ja Raision lähivesillä, missä pitoisuudet ovat olleet loppukesäisin jo pitkään korkeita (kuva 35c). Klorofyllipitoisuus on Turun edustalla korkeimmillaan Raisionlahdella ja Pitkäsalmen eteläosassa. Pitkäsalmessa klorofyllipitoisuudet ovat olleet viime vuosina alempia kuin 1990-luvun puolivälissä ja jälkipuolella (kuvat 35c ja 28b (s. 56)). Näkösyvyys on alentunut useimmilla seuranta- paikoilla (kuva 35c). Turun edustan merialueella kasviplanktonin tuotantoa näyttäisi loppukesällä säätelevän pääasiassa typpi, ajoittain myös fosfori.

Pohjanläheisen veden happipitoisuus on loppukesällä ollut ajoittain huono Vapparilla (kuva 35e) sekä Pitkäsalmen eteläpäässä, ja Naantalin edustalla (ei kuvaa). Selkeää muutossuuntaa hapen suhteen ei ole kesällä juurikaan havaittavissa, mutta Airistolla happitilanne näyttäisi jonkin verran heikentyneen (kuva 35e). Talvella happivajetta



Kuva 36. Aurajoen keskivirtaama sekä fosfori- ja typpikuormitus mereen vuosina 1970 – 2009.

ei ole yleensä Turun edustalla havaittu ja pohjan talvinen happitilanne on lievästi parantunut useassa seurantapaikassa (Raisionlahti, Aurajokisuu, Pansio, Kotkanaukko, Kuuvannokka).

Pääosa Turun merialueesta on loppukesäisin ollut hygieeniseltä tilaltaan hyvä tai erinomainen, kun taas talvella ulosteperäisiä bakteereita on tavattu kesäaikaa runsaammin. Jätevesien purkualueilta on kuitenkin tavallisesti mitattu muuta aluetta suurempia bakteerimääriä, ja veden hygieeninen tila on ajoittain ollut välttävä tai huono.

Turun edustan merialueelle laskevat suurimmat joet

Aurajoki

Sijainti ja yleispiirteet

Aurajoki saa alkunsa Oripään harjualueelta ja virtaa Pöytyän, Auran, Liedon, Kaarinan ja Turun kautta Saaristomereen. Aurajoen suurimpia sivujoja ovat Kaulajoki, Savojärvestä laskeva Järvijoki, Liedon Savijoki ja Vähäjoki/Paattistenjoki Turussa. Joen kokonaispituus on noin 70 km.

Kokonaispinta-alaltaan Aurajoen vesistöalue on 874 km². Alueella on vain yksi luontainen järvi,

Savojärvi, joka kattaa 0,25 % vesistöalueen pinta-alasta. Savivaltainen maaperä soveltuu hyvin maatalouteen ja pellot kattavatkin noin 40 % Aurajoen valuma-alueen kokonaispinta-alasta. Aurajoki-laakson laajojen peltoaukioiden luonnehtima kulttuurimaisema on yksi Suomen kansallismaisemista ja kuuluu myös valtakunnallisesti arvokkaihin maisema-alueisiin. Tyypiltään Aurajoki on keskisuuri savimaiden joki.

Aurajoen vettä käytetään Turun kaupungin raakavetenä. Myös Vähäjokeen padotusta Maarian altaasta otetaan tarvittaessa raakavettä. Kuivina kausina veden riittävyys turvataan pumppaamalla Paimionjoesta vettä Savijokea pitkin Aurajokeen. Virttaankankaan tekopohjavesilaitoksen valmistuttua Aurajoen merkitys raakavesilähteenä vähenee.

Kuormitus ja tila

Suurin osa Aurajoen ravinteista on peräisin haja-kuormituksesta, erityisesti maataloudesta. Arvioiden mukaan maatalouden osuus Aurajoen vesistöalueen fosforikuormituksesta on 69 % ja typpikuormituksesta 65 %. Haja-asutuksen jätevesillä on myös huomattava osuus vesistöalueen kokonaiskuormituksesta; fosforista vajaa 20 % tuli vuosina 2003 – 2007 haja-asutuksesta. Haja-asutuksesta tulevien ravinteiden määrä on kuitenkin laskussa.

Vaikka puhdistamojätevesien osuus Aurajoen kokonaiskuormituksesta on pieni, muodostavat ne kesäisin alhaisen virtaaman aikana pääosan jokeen tulevasta ravinnekuormituksesta. Jätevesiä tulee Auran asemanseudun, Pöytyän Riihikosken, ja Oripään taajamien puhdistamoilta. Myös luonnonhuuhtouma tuo ravinteita jokeen.

Koska Aurajoki virtaa voimaperäisesti viljeltyjen savikkojen halki, on jokivesi sameaa ja runsasravinteista. Ekologiselta tilaltaan Aurajoki luokitellaan välttäväksi. Aurajokivarren jätevedenpuhdistamoiden aloitettua toimintansa 1970- ja 1980-luvuilla jokiveden laatu parani. Jokiveden laatu on yleensä heikompi joen yläjuoksulla johtuen asutuksen jätevesikuormituksesta ja jätevesien heikosta laimenemisestä alajuoksuun verrattuna. Yläjuoksulla on myös runsaasti kotieläintiloja, joista tulee kuormitusta. Etenkin vähävirtaamaisina kausina jätevesien vaikutus saattaa näkyä veden ravinne- ja bakteerimäärien kasvuna. Vuosien 2005 – 2009 aikana alajuoksun fosforipitoisuus oli keskimäärin 240 µg/l ja typpipitoisuus 2615 µg/l.

Aurajoen vuosittain mereen kuljettaman fosforin määrä on vaihdellut vuosien 1970 ja 2009 välisenä aikana 15:sta 126 tonniin ja typen määrä 293:sta 1064 tonniin (kuva 36). Joen fosforikuormitus kasvoi 1970- ja 1980-luvuilla, mutta parin viime vuosikymmenen aikana kuormitus ei ole muuttunut suuntaan tai toiseen. Kuormitus vaihtelee suuresti vuosien välillä sademäärästä riippuen. Typpikuormitus ei ole muuttunut tilastollisesti merkitsevästi (kuva 36).

Kaarinan ja Paraisten merialue sekä Paimionlahti ja Paimionselkä

Sijainti ja yleispiirteet

Paimionlahti ja Paimionselkä (Peimari) muodostavat pitkän ja kapean syvälle sisämaahan ulottuvan lahden, jonka perukkaan Paimionjoki laskee. Lahden syvännealue Paimionselällä on lähes 50 metrin syvyinen. Piikkiönlahti on puolestaan matala vesialue, joka on yhteydessä Paimionselkään kahden kapean salmen kautta. Piikkiönlahtea ja Turun edustan merialuetta yhdistävät niin ikään kapeat salmet, Kuusistonsalmi ja Kirjalansalmi, joiden välissä sijaitsee Kuusiston saari. Paraisten merialueella on kapeita ja reheviä salmialueita, joissa vedenvaihtuvuus on huono, sekä eteläisen osan avoimempia merialueita. Koko osa-alueen keskisyvyys on 10 m.

Paimionlahden perukka kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan ja Natura 2000 –verkostoon ja on arvokas lintujen pesimä- ja muuton aikainen levähdysalue. Pohjukka on ruovikoitunut ja rannoilla on umpeutuvia laajahkoja rantaniittyjä. Lahdella esiintyy muutamia harvinaisia kasvilajeja.

Kuormitus

Suurimman osan Paimionlahteen ja Paimionselälle kohdistuvasta ravinnekuormituksesta tuo mukanaan Paimionjoki, mutta myös suoraan lahteen rajoittuvalta valuma-alueelta huuhtoutuu melkoisesti ravinteita mereen. Valtaosa kuormituksesta aiheutuu valuma-alueen maataloudesta, mutta myös haja-asutuksen jätevedet rehevöittävät merialuetta. Yhdyskuntajätevesien merkitys on pieni. Mantereelta tulevan kuormituksen lisäksi veden laatuun vaikuttavat virtaukset. Vähäravinteisempaa ja suolapitoisempaa vettä voi kulkeutua Paimionselän ulko-osista sisäosiin ja syvänteisiin.

Piikkiönlahteen hajakuormitusta tulee Makarlan- eli Piikkiönjoen ja Pukkilanojan kautta sekä suoraan mereen rajoittuvalta valuma-alueelta. Lahden aiemmin johdetut Kaarinan Piikkiön puhdistamon jätevedet on v:sta 2009 johdettu Turkuun. Alueelle lasketaan edelleen Kärkullan keskuslaitoksen puhdistetut jätevedet, mutta niiden aiheuttama kuormitus on vähäistä.

Paraisten merialueelle tulee hajakuormitusta alueen maataloudesta sekä haja- ja loma-asutuksesta. Paraisten jätevedenpuhdistamolta jätevedet johdetaan Vapparin eteläosaan.

Ilmalaskeuman osuus koko osa-alueen kuormituksesta on melko pieni johtuen suuresta hajakuormituksesta.

Merialueen tila

Paimionlahti ja Paimionselkä

Koko Paimionlahden ja Paimionselän merialue luokitellaan fosfori- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella reheväksi merialueeksi; ekologiselta tilaltaan se on tyydyttävä. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus on heinä-elokuussa vaihdellut merialueen eri osissa viime vuosina 23 µg/l ja 43 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 4,8 µg/l ja 8,6 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 0,9 m – 2,8 m. Vesi on rehevintä alueen sisimmässä osassa Paimionlahdella.

Paimionselän perukassa Paimionlahdella ei ole tapahtunut suuria muutoksia ravinne- ja klorofyllipitoisuuksissa viimeisten vuosikymmenten aikana (Paimionlahden suu, kuva 37). Hygieeninen tila on ollut talvisin ajoittain huono, mutta 2000-luvulla korkeita bakteerimääriä ei ole havaittu.

Pintaveden ravinnepitoisuudet vaihtelevat lahdella suuresti etenkin talvisin (kuva 37d) riippuen Paimionjoen virtaamasta ja ravinnepitoisuuksista. Ravinnepitoisuudet ovat lahden pintavedessä yleensä selvästi korkeampia kuin syvemmällä, koska suolaton kevyt ja ravinteikas jokivesi pysyy jään alla ohuena kerroksena suolaisemman meriveden päällä. Suojakausina jokivesi voi nostaa lahden ravinnepitoisuudet moninkertaisiksi, ja levitä jään alla ohuena kerroksena ajoittain laajallekin alueelle. Jokiveden vaikutus näkyy talvella vielä Paimionselän sisäosan fosfori- ja typpipitoisuuksissa (kuva 37d). Keväällä vesikerrokset sekoittuvat jään sulatua ja täyskierron yhteydessä.

Paimionselän sisäosassa a-klorofyllin ja pohjanläheisen veden ravinteiden pitoisuuksien kohoaminen loppukesällä kertovat rehevöitymisen edenneen (kuvat 37a, 37b ja 37c), samoin kuin pohjanläheisen veden happipitoisuuden lasku loppukesällä (kuva 37e). Viime vuosina klorofyllipitoisuus on ollut kuitenkin laskussa (kuvat 37c ja 28b (s. 56).

Paimionselän keski- ja ulko-osissa ravinne- ja klorofyllipitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa (kuva 37). Molemmista seurantapaikoissa klorofyllipitoisuus on ollut loppukesällä kasvussa lukuunottamatta viime vuosia, ulommassa paikassa kasvu on ollut tilastollisesti merkitsevää. Näkösyvyys on Paimionselän ulko-osassa keskiosaa selvästi parempi, vaikka onkin ulko-osassa laskenut merkitsevästi 1980-luvulta nykypäivään (kuva 37c). Loppukesällä pohjanläheisen veden happipitoisuus on

laskenut merkittävästi ja fosforipitoisuus noussut sekä keski- että ulko-osassa (kuvat 37a ja 37e).

Piikkiönlahti

Piikkiönlahden tila on välttävä ja lahti luokitellaan reheväksi merialueeksi. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on vaihdellut Piikkiönlahden seurantapaikoilla viime vuosina 26 µg/l ja 52 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 7,4 µg/l ja 16,7 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 0,7 m – 1,0 m.

Klorofylli- ja ravinnepitoisuudet ovat Kuusistonsalmessa korkeat ja vaihtelevat vuosittain suuresti. Selkeää muutosta ei ole nähtävissä viime vuosikymmenten aikana (kuva 37). Kuusistonsalmessa (kuva 37e) ja muuallakin Piikkiönlahdella on loppukesällä pohjanläheisessä vedessä usein huomattavaa hapenvajausta. Tällöin myös alusveden fosforipitoisuudet ovat olleet korkeat. Fosfori- ja happipitoisuuksissa ei ole kuitenkaan havaittavissa muutosta (kuvat 37a ja 37e).

Piikkiönlahden hygieeninen tila on kesäisin yleensä hyvä, mutta talvisin ulosteperäisten bakteerien määrä on korkeampi ja tila on ajoittain välttävä. Tilanne todennäköisesti paranee nyt kun lahteen ei enää johdeta Piikkiön puhdistamon jätevesiä.

Paraisten merialue

Paraisten merialue on tilaltaan tyydyttävä. Salmialueet voidaan fosfori- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella luokitella reheviksi kun taas eteläisemmät alueet ovat lievästi reheviä. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on Paraisten merialueen seurantapaikoilla vaihdellut viime vuosina 26 µg/l ja 29 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 5,2 µg/l ja 6,5 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 1,2 m – 2,1 m.

Paraisten Kirkkoselällä veden fosfori- ja klorofyllipitoisuuksissa ei ole tapahtunut selvää muutosta 1990-luvulta nykypäivään (kuva 37). Veden näkösyvyys on pieni. Alueen eteläosissa (ei kuvaa) klorofyllin määrä on sen sijaan ollut kasvussa ja myös näkösyvyys on alentunut. Vapparin eteläosan syvänteessä lähellä Paraisten jätevedenpuhdistamon purkupaikkaa (ei kuvaa) veden happitilanne on ollut erittäin huono kesäisin ja usein myös talvella; talvella tilanne on huonontunut selvästi 1990-luvulta 2000-luvulle tultaessa. Happikadon seurauksena pohjasta vapautuu suuria määriä ravinteita, joten sisäinen kuormitus on merkittävää.

Ravinnesuhteiden perusteella typen ja fosforin merkitys kasviplanktonin tuotannon säätelijänä osa-alueella vaihtelee. Minimiravinteena näyttäisi loppukesällä toimivan pääosin typpi, kun taas keväällä, jolloin muutkin tekijät rajoittavat kasviplanktonin tuotantoa, fosforin merkitys on suurempi.

Yhteenvedon voidaan todeta, että Paimionlahti ja Paimionselkä lähialueineen on rehevöitynyt lähinnä valuma-alueen maataloudesta tulevan ravinnekuormituksen johdosta. Maatalouden vesiensuojelutoimista huolimatta ei merialueen tilan paranemisesta ole merkkejä. Paikoin ravinne- ja klorofyllimäärät ovat kasvaneet viime vuosiin asti. Myös sisäisellä kuormituksella voi olla merkitystä tilan heikkenemisessä. Osa-alueen uloimman merialueen tilan kehittyminen riippuu myös eteläisen Saaristomeren tilan muutoksista.

Merialueelle laskevat suurimmat joet

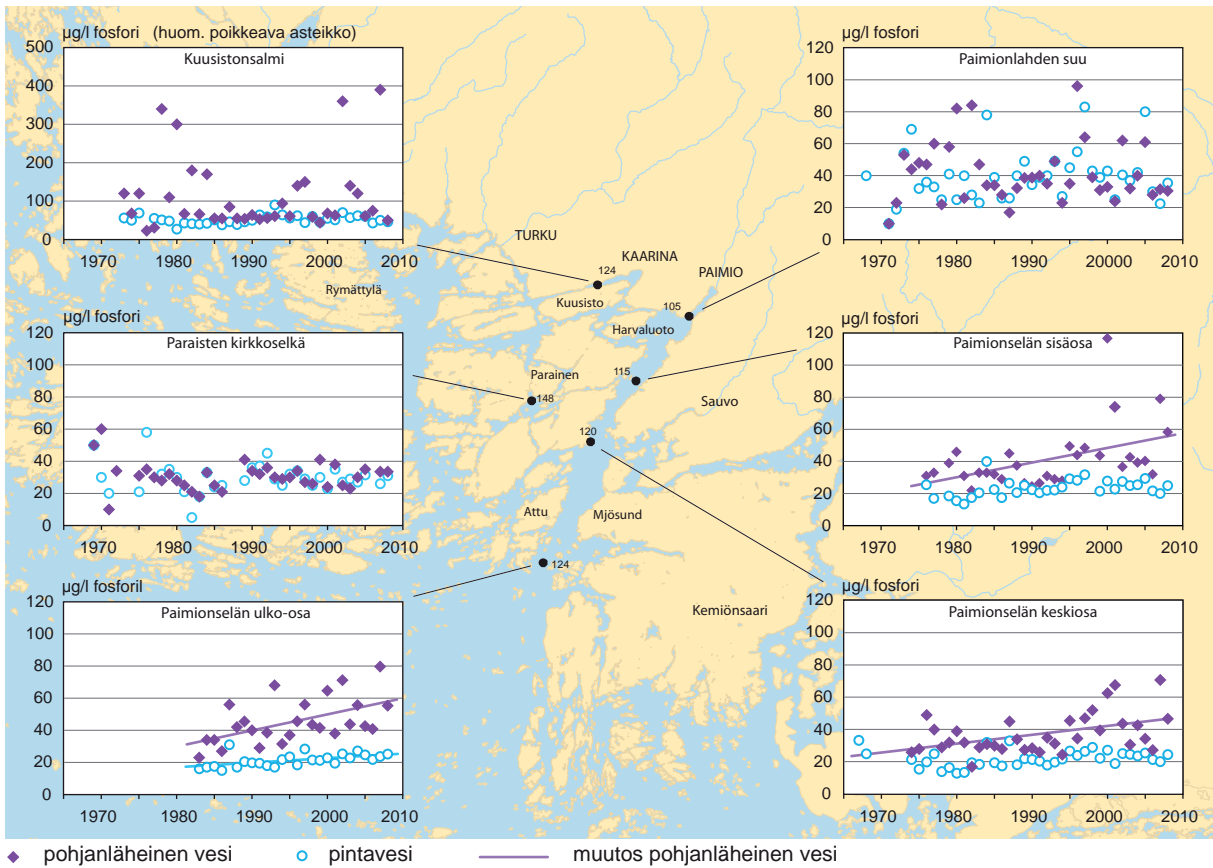
Paimionjoki

Sijainti ja yleispiirteet

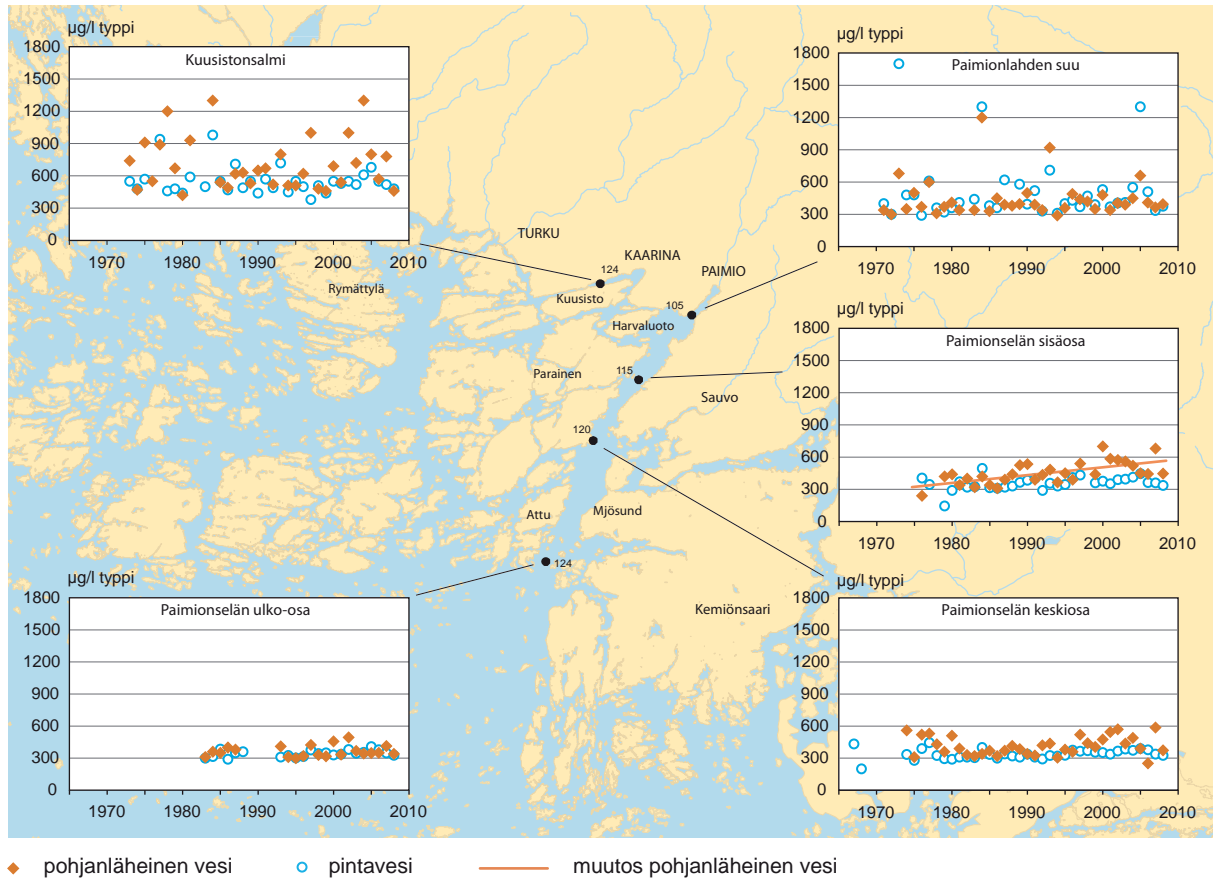
Paimionjoki on valuma-alueeltaan ja virtaamaltaan suurin Saaristomereen laskevista joista. Joen vesi on savisameaa ja ravinnepitoisuudet korkeita. Paimionjoen latvaosassa on usean järven muodostama järviketju, joka saa alkunsa Someron Painiojärvestä. Tämän jälkeen joki virtaa Kosken, Marttilan, Tarvasjoen ja Paimion kautta päätyen Paimionlahteen. Tarvasjoki, Paimionjoen suurin sivuhaara, yhtyy jokeen Tarvasjoen keskustan tuntumassa. Paimionjoen vesistöalueen pinta-ala 1088 km². Järvien osuus vesistöalueen pinta-alasta on 1,5 %.

Kuormitus ja tila

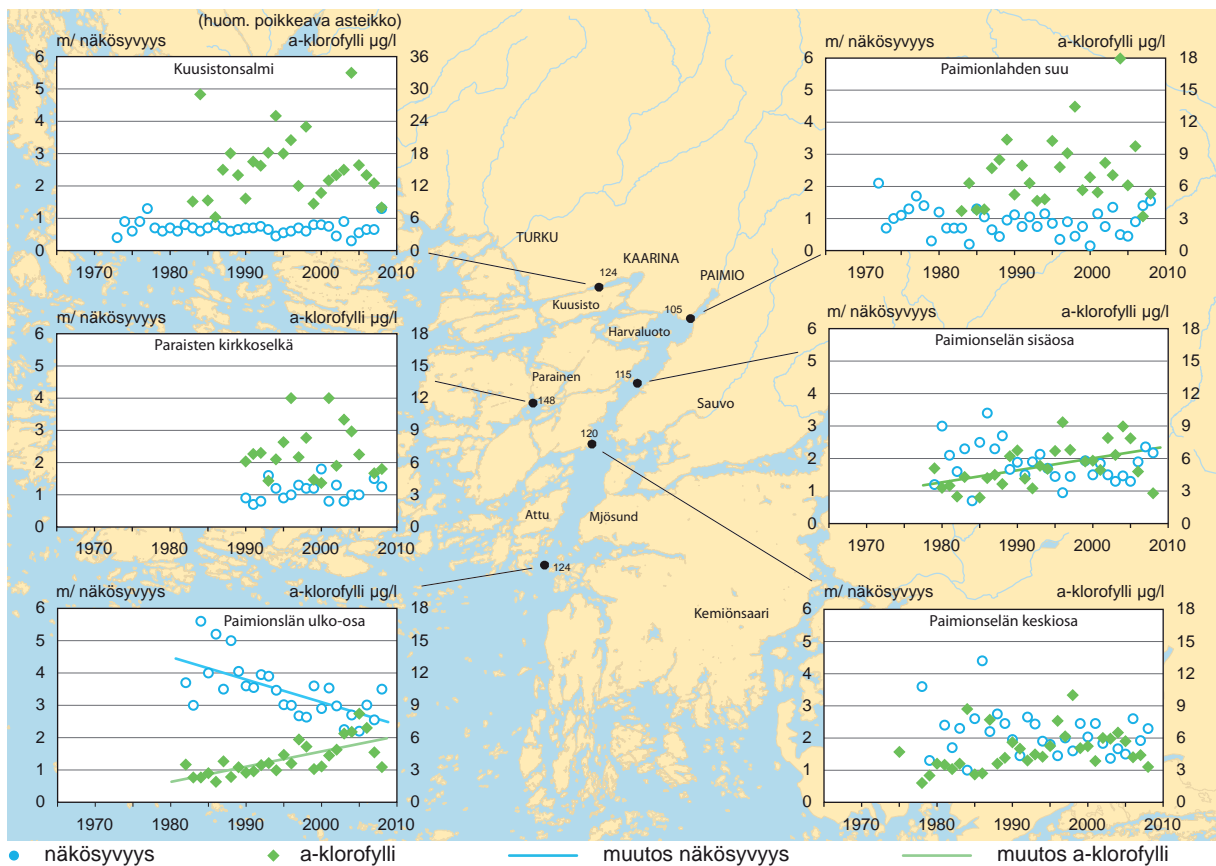
Paimionjoen valuma-alue on suurelta osin tehokkaasti viljeltyä savikkoaluetta. Peltoja valuma-alueen pinta-alasta on noin 43 %. Maatalous onkin Paimionjoen merkittävin ravinnekuormittaja. Lisäksi ravinteita tulee jokivarren taajamista ja haja-asutuksesta. Suurin yksittäinen kuormittaja on ollut Paimion kaupunki, mutta sen päästöt Paimionjokeen loppuivat vuonna 2009, josta lähtien jätevedet on johdettu puhdistettavaksi Käkolan jätevedenpuhdistamoon. Paimionjokeen laskeaan edelleen Kosken, Marttilan ja Tarvasjoen taajamien puhdistetut jätevedet. Pöytyän kunnan Kyrön taajaman puhdistetut jätevedet johdetaan Tarvasjokeen.



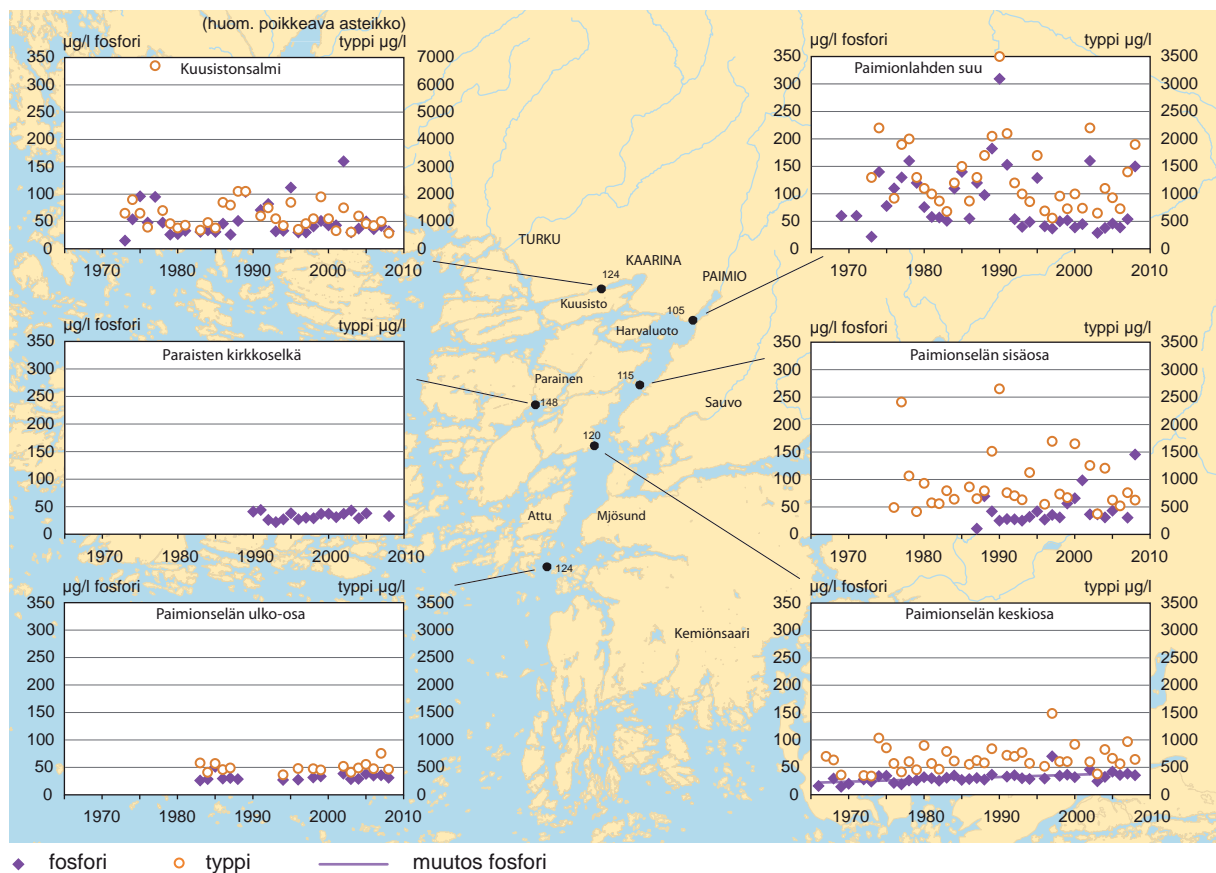
Kuva 37a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä erällä Kaarinan ja Paraisten merialueiden sekä Paimionlahden ja Paimionselän seuranta-apaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



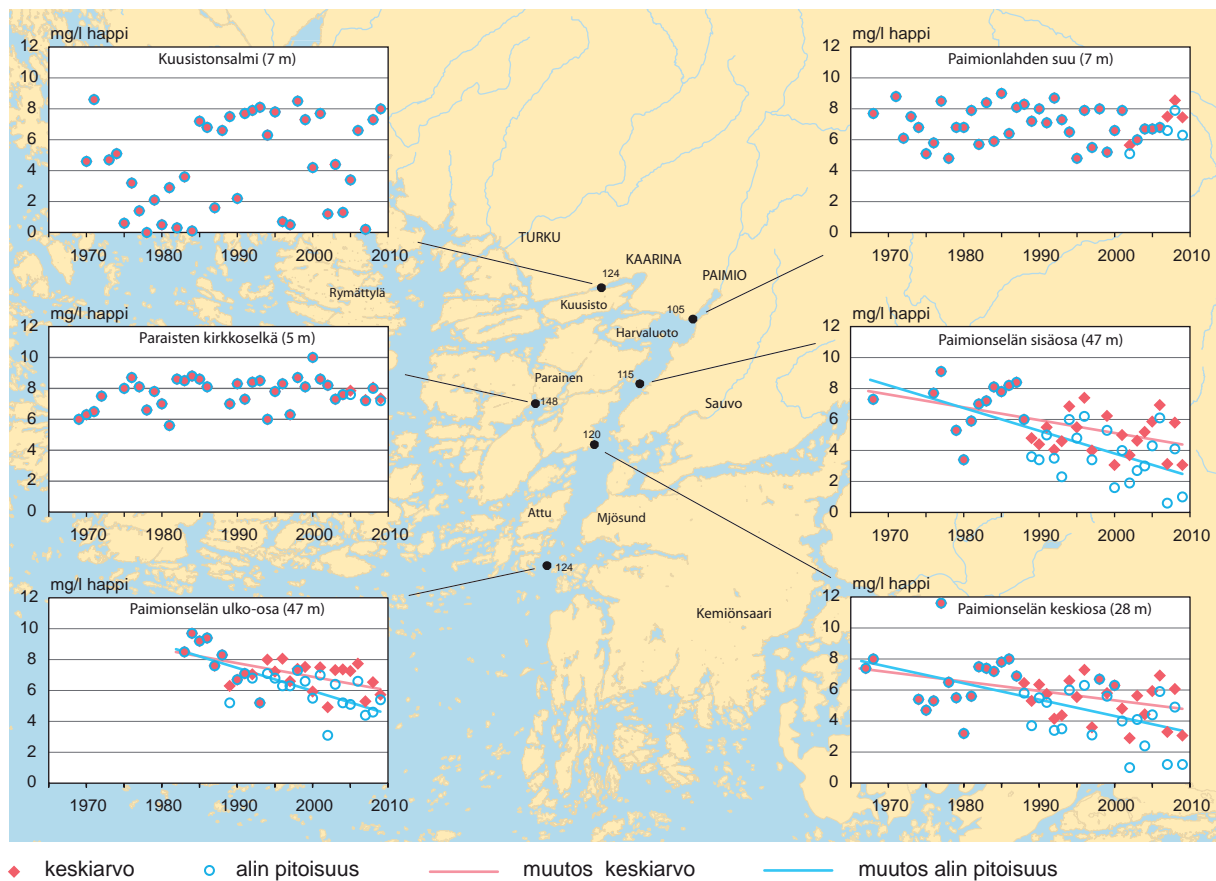
Kuva 37b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä erällä Kaarinan ja Paraisten merialueiden sekä Paimionlahden ja Paimionselän seuranta-apaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 37c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä erällä Kaarinan ja Paraisten merialueiden sekä Paimionlahden ja Paimionselän seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 37d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella erällä Kaarinan ja Paraisten merialueiden sekä Paimionlahden ja Paimionselän seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

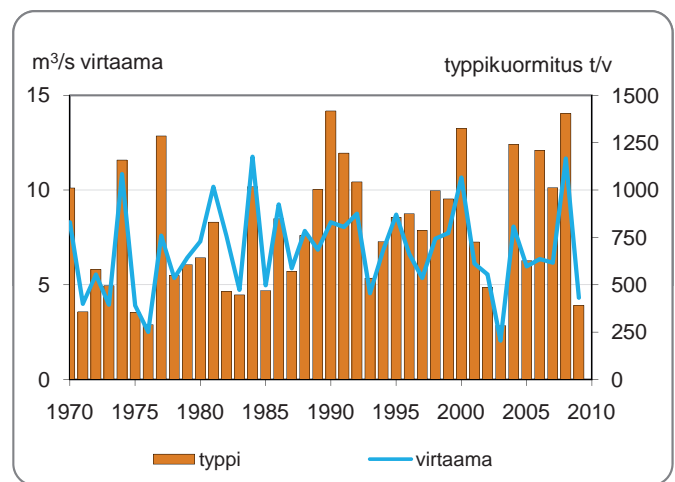
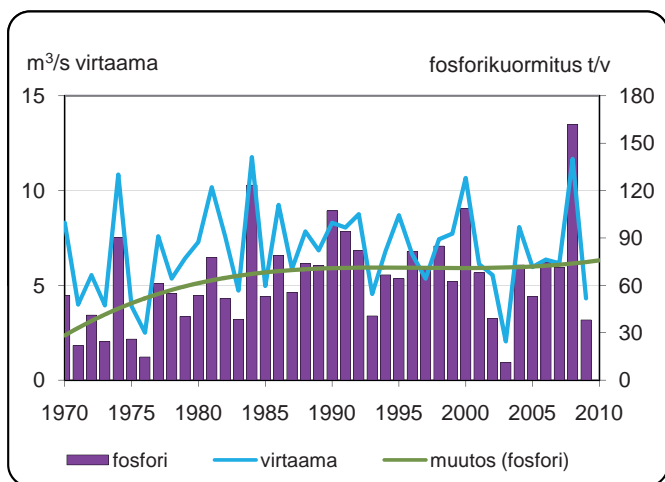


Kuva 37e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä eräillä Kaarinan ja Paraisten merialueiden sekä Paimionlahden ja Paimionselän seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Paimionjoki on luokiteltu ekologiselta tilaltaan välttäväksi. Joen veden laatua heikentävät savi- sameus, korkeat ravinnepitoisuudet, suolistope- räisten bakteerien ajoittain suuri määrä sekä var- sinkin yläjuoksun järvillä runsas levätuotanto.

Paimionjoen ravinnepitoisuudet ja kuormitus riippuvat suuresti vuodenajasta ja virtaamasta sekä sääoloista. Vuotuinen fosforikuormitus on

vaihdellut 11 ja 160 tonnin ja typpikuormitus 285 ja 1418 tonnin välillä vuosina 1970 - 2009 (kuva 38). 1970-luvulla ja 1980-luvun alkupuolella joen fosforikuormitus ja samalla mereen kuljettaman fosforin määrä kasvoi, mutta sen jälkeen fosforikuor- mituksessa ei ole havaittavissa muutosta suuntaan tai toiseen. Typpikuormitus ei ole muuttunut ti- lastollisesti merkitsevästi (kuva 38). Vuosien 2005 - 2009 aikana joen fosforipitoisuus alajuoksulla oli keskimäärin 220 µg/l ja typpipitoisuus 2700 µg/l.



Kuva 38. Paimionjoen keskivirtaama sekä fosfori- ja typpikuormitus mereen vuosina 1970 – 2009.

Halikonlahti

Sijainti ja yleispiirteet

Halikonlahti on kapea noin 40 kilometriä pitkä merenlahti, jonka Kemiön saari jakaa kahteen haaraan. Läntinen haara liittyy Paimionselkään ja itäinen, etelään suuntautuva haara avautuu Kemiönsaaren ja Hangon väliselle merialueelle. Halikonlahti on pohjukastaan mataloitunut jokien tuoman kiintoaineksen vuoksi. Ulompana vuorottelevat syvimmillään 26 metrin syvänteet ja matalammat kynnysalueet. Lahden kapeudesta ja matalista alueista johtuen veden vaihtuvuus on yleensä vähäistä, eivätkä ulomman merialueen virtaukset pääse vaikuttamaan paljoakaan veden laatuun. Halikonlahden keskisyvyys on 10 m ja se kuuluu kokonaisuudessaan sisäsaaristotyyppiin. Osa lahden pohjukasta, Viurilanlahti ja Vaisakko, on luontoarvoiltaan tärkeää Natura 2000 -aluetta.

Kuormitus

Valtaosan Halikonlahden kuormituksesta tuovat lahden pohjukkaan laskevat Uskelanjoki ja Halikonjoki. Lisäksi ravinteita tulee eräiden pienempien jokien mukana ja suoraan lahteen rajoittuvalta valuma-alueelta. Halikonlahden pohjukan merkittävin yksittäinen kuormittaja on Salon kaupungin jätevedenpuhdistamo. Aiemmin toinen suuri kuormittaja oli Sucros Oy:n Salon tehdas, jonka toiminta päättyi vuoden 2006 käyntikauden jälkeen. Strömmän kanavan eteläpuolella Halikonlahtea kuormittavat Kemiönsaaren Kemiön taajaman käsitellyt jätevedet, jotka johdetaan mereen Rekujokea pitkin. Salon kaupungin Särkisalon puhdistamon jätevedet lasketaan mereen Isoluodon ja Kaukassalon välissä. Kaiken kaikkiaan jätevedet muodostavat vain pienen osan Halikonlahden kokonaiskuormituksesta.

Särkisalon aluetta kuormittavat Kiskonjoen ja Perniönjoen tuomat ravinteet. Ilmalaskeuman osuus alueen kokonaiskuormituksesta on melko pieni johtuen suuresta hajakuormituksesta.

Merialueen tila

Halikonlahden vesi on sameaa ja erittäin runsasravinteista ja se voidaan luokitella reheväksi, pohjukastaan erittäin reheväksi merialueeksi. Halikonlahden veden laadussa on havaittavissa selvä vyöhykkeisyys sisäosista ulospäin mentäessä. Ravinne- ja klorofyllipitoisuudet ovat suurimmillaan aivan lahden perukassa. Pitoisuudet pienenevät

selvästi kun edetään itäistä tai läntistä haaraa ulospäin. Vastaavasti näkösyvyys on lahden perukassa pienimmillään ja sameus suurimmillaan verrattuna lahden ulimpiin alueisiin. Lahden pohjukka on luokiteltu ekologiselta tilaltaan huonoksi. Läntinen haara on tyydyttävässä tilassa mutta itäinen haara Strömmän kanavaan asti on välttävä. Strömmästä ulospäin itäinen haara on luokiteltu tyydyttäväksi.

Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on vaihdellut Halikonlahden eri osissa viime vuosina 17 µg/l ja 209 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 2,7 µg/l ja 51 µg/l välillä. Ravinne- ja klorofyllipitoisuudet ovat pienimpiä osa-alueen ulko-osissa Eekholmanselällä ja ylivoidmaisesti suurimpia aivan lahden perukassa. Näkösyvyys on ollut 0,3 m – 3,2 m.

Talvella Halikonlahden vesi kerrostuu selvästi lämpötilan ja suolaisuuden suhteen. Jokien tuoma vesi ja jätevedet leviävät jään alla ohuena kerroksena lahden ulko-osiin saakka. Jäiden lähdettyä pintakerroksen jokivesi sekoittuu alempaan merveteen.

Lahden pohjukassa fosforipitoisuus vaihtelee kesällä suuresti ja on nykyään korkeampi kuin talvella (kuva 39a). Myös klorofyllipitoisuuden vuosien välinen vaihtelu on pohjukassa suurta (kuva 39c). Pohjukassa talven aikainen fosforipitoisuus on laskenut huippuarvoista, mutta on edelleen erittäin korkea (kuva 39d).

Lahden itäisessä ja läntisessä haarassa pintaveden fosforipitoisuus ei ole kesällä muuttunut tilastollisesti merkitsevästi (kuva 39a), mutta muutamassa paikassa fosforipitoisuus on ollut viime vuosina hieman alempi kuin 1990-luvun puolivälissä ja jälkipuolella (kuva 22b, s. 49). Pohjanläheisessä vedessä (kuva 39a ja 23b s. 50) ja talvella (kuva 39d ja 24b (s. 51) fosforipitoisuus on ollut lahden keski- ja ulko-osissa viime vuosina korkeampi kuin 1990-luvulla. Sen sijaan typpipitoisuuksissa ei ole havaittavissa muutosta (kuva 39b).

a-klorofyllin määrä on ollut viime vuosina usealla seurantapaikalla keskimäärin pienempi kuin 1990-luvun puolivälissä ja jälkipuolella (kuva 28b, s. 56). Pidemmällä aikavälillä klorofyllipitoisuus ei ole muuttunut tilastollisesti merkitsevästi (kuva 39c ja 44c (s. 101)). Lahden itäisen haaran eteläosissa klorofylli ja näkösyvyys ovat muuttuneet eri tavoin: lännempänä Vardkasuddenin alueella veden laatu on näiden muuttujien suhteen huonontunut mutta idempänä Eekholmanselällä parantunut. Erityisesti näkösyvyys on kasvanut Eekholmanselällä huomattavasti viimeisten vajaan parinkymmenen vuoden aikana.

Fosforin ja typen merkitys perustuotantoa säätelevänä tekijänä vaihtelee lahden sisemmissä osissa. Ulompana tyyppi näyttäisi toimivan miniravinteena.

Kesällä Halikonlahdella on yleensä selvä lämpötilakerrostuneisuus ja syvänteissä on loppukesällä säännöllisesti happivajetta ja -katoa (kuva 39e). Pohjanläheisen veden hapettoman vesikerroksen paksuus on ollut enimmillään yli 10 metriä. Happitilanne on heikentynyt useassa paikassa viimeisten vuosikymmenten aikana (kuva 39e).

Etenkin Halikonlahden pohjukassa ammoniumtypen pitoisuus ja ulosteperäisten bakteerien määrät ovat ajoittain suuria ilmentäen voimakasta likaantuneisuutta. Pohjukassa pohjan läheinen happitilanne on ollut huono ajoittain talvisin, mutta tilanne on kuitenkin hieman kohentunut.

Halikonlahteen laskevat suurimmat joet

Uskelanjoki ja Halikonjoki

Sijainti ja yleispiirteet

Uskelanjoki virtaa Salon kaupungin alueella ja laskee Halikonlahden pohjukkaan Salon keskustan kohdalla. Uskelanjoen latva-osa on Rekijoki, Terttilänjoki ja sen latva-osa Mustjoki, sekä Hitolanjoki. Perttelissä Uskelanjokeen yhtyy Kurajoki. Uskelanjoen valuma-alueen pinta-ala on 566 km², josta peltoa 44 % ja ainoastaan 0,6 % järviä. Uskelanjoen alajuoksun Kaukolankoskella joen keskivirtaama on 5,0 m³/s.

Halikonjoki saa alkunsa Kuusjokena entisen Kuusjoen kunnan alueelta, virtaa Halikon halki ja laskee mereen Halikonlahden pohjukassa. Joki saa lisävettä Vaskionjoesta. Halikonjoen vesistöalueen kokonaispinta-ala on 307 km², josta peltoa on 40 %. Joen valuma-alueella ei ole järviä. Halikonjoen pituus on noin 41 km ja keskivirtaaman on arvioitu olevan 3 m³/s.

Sekä Uskelanjoki- että Halikonjokilaakso kuuluvat valtakunnallisesti arvokkaisuun maisema-alueisiin. Joet ovat uurtaneet muutoin loivapiirteiseen laaksoon syvät uomat, joiden jyrkkäreunaiset rannat ovat alttiita maanvyörymille helposti sortuvien hietta- ja hiesupitoisten maalajien vuoksi. Uoman mutkittelu ja suuret virtaamavaihtelut lisäävät rantojen kulumista.

Kuormitus ja tila

Uskelanjoen ja Halikonjoen vesi on pelloilta kulkeutuvan aineksen takia savisameaa ja runsasravinteista. Suurin osa jokien kuormituksesta on luonteeltaan hajakuormitusta ja pääosin peräisin alueen maataloudesta. Myös haja-asutuksen jätevedet tuovat jokiin ravinteita. Uskelanjokea kuormittavat myös Someron kaupungin puhdistettujen jätevedet, jotka heikentävät erityisesti Mustjoen tilaa joen latvasosissa. Yksittäisten pistekuormittajien osuus Halikonjoen alueella on vähäinen.

Halikonjoen ja Uskelanjoen ala- ja keskiosien ekologinen tila on välttävää. Uskelanjoen latvaosien tila on huono johtuen pääasiassa jätevesikuormituksesta. Jokien hygieeninen laatu vaihtelee ja on 2000-luvulla ollut keskimäärin välttävää. Ajoittain bakteerimäärät ovat kuitenkin olleet korkeita tai erittäin korkeita ja hygieeninen tila välttävää tai huono.

Uskelanjoen alaosan fosforipitoisuus vuosien 2005 - 2009 aikana oli keskimäärin 190 µg/l ja typpipitoisuus 2150 µg/l. Uskelanjoen vuosittainen fosforikuormitus on vaihdellut 10:stä 78 tonniin ja typpikuormitus 215:stä 731 tonniin vuosina 1970 - 2009. Kuormitus vaihtelee vuosien ja vuodenaikojen välillä suuresti, mutta sekä fosfori- että typpikuormituksesta on 2000-luvulla laskeva suuntaus (kuva 40).

Halikonjoen alaosan fosforipitoisuus vuosien 2005 - 2009 aikana oli keskimäärin 176 µg/l ja typpipitoisuus 1900 µg/l. Joen virtaamaa ei mitata ja ravinnenäytteitä otetaan vain muutaman kerran vuodessa. Suomen ympäristökeskuksen vedenlaatumallin mukaan Halikonjoen fosforikuormituksen on arvioitu vuosina 2005 - 2009 olleen keskimäärin 17 tonnia ja typpikuormituksen 232 tonnia vuodessa.

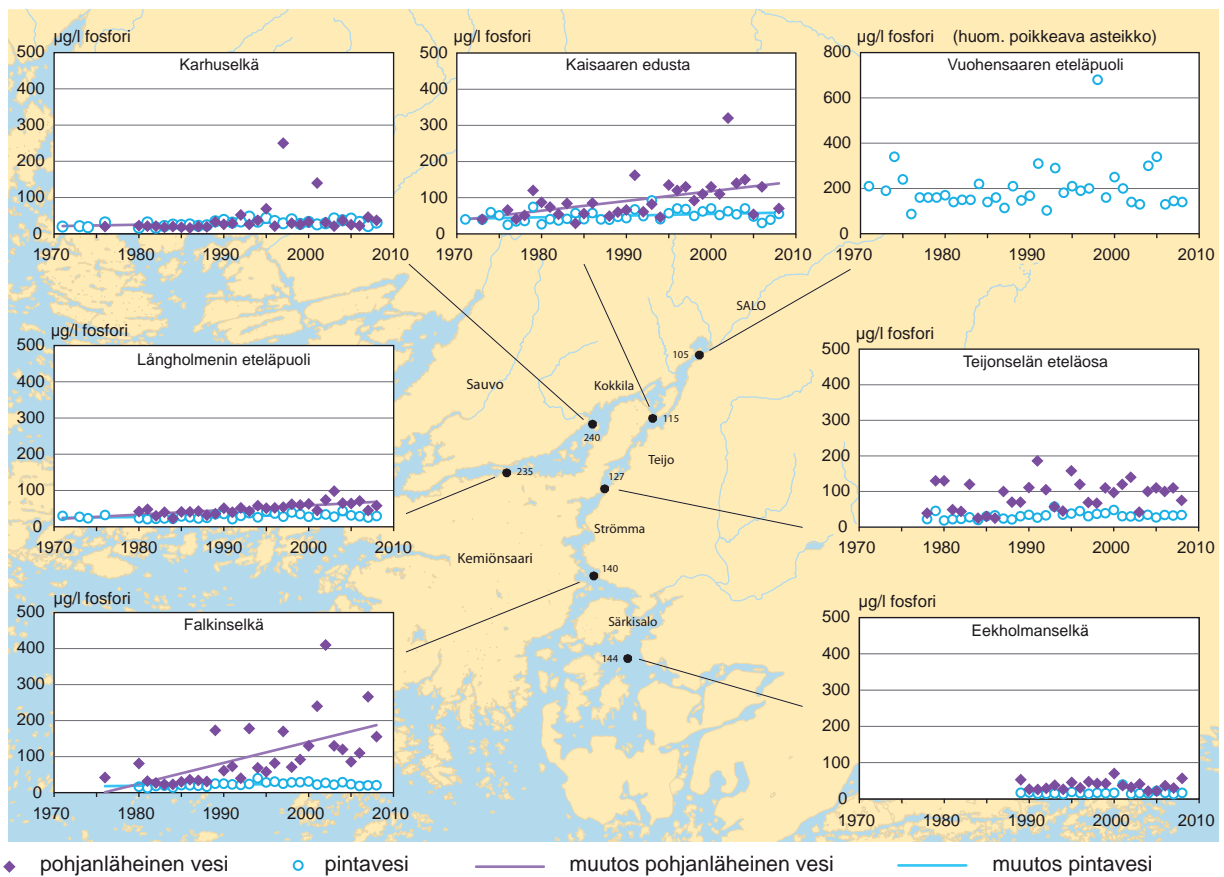
Kiskonjoki – Perniönjoki

Sijainti ja yleispiirteet

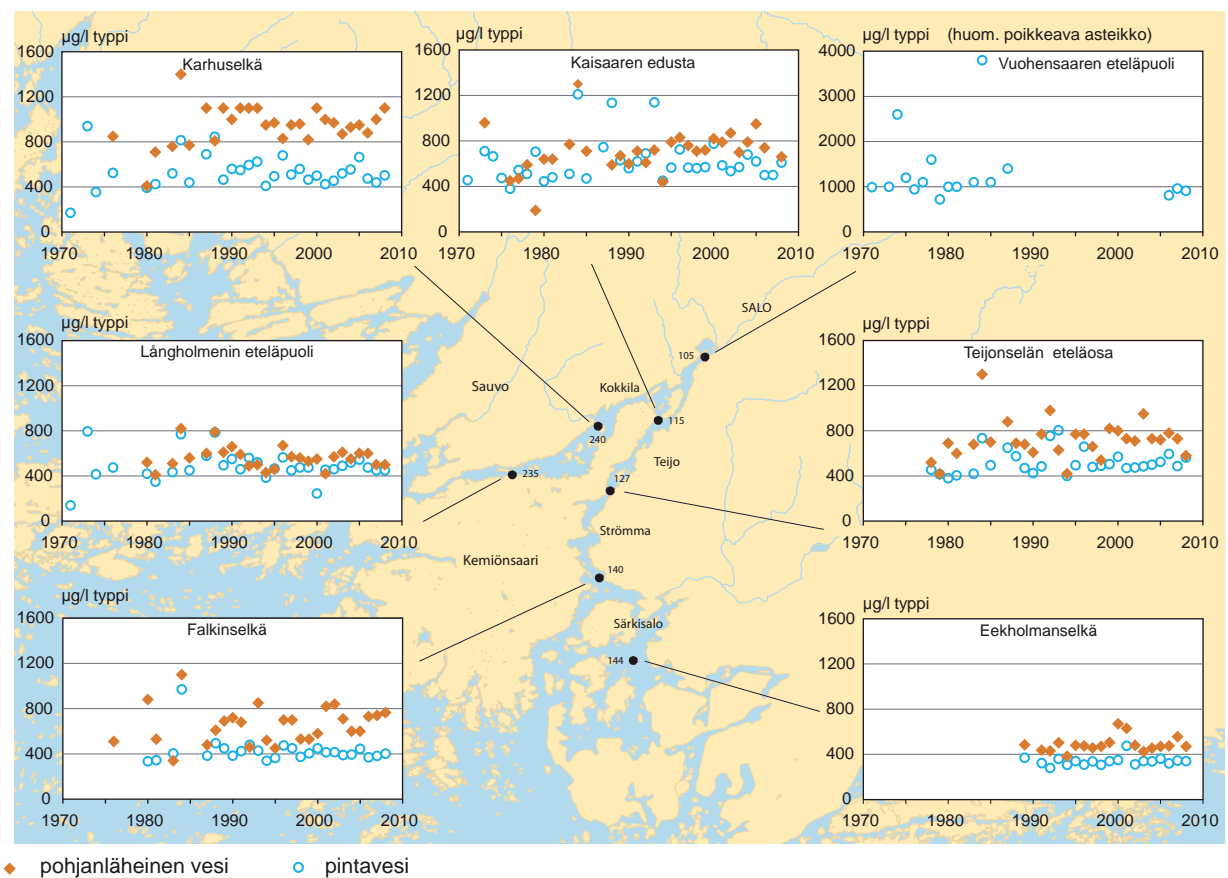
Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue (pinta-ala 1047 km²) muodostuu kahdesta jokivesistöstä, Kiskonjoesta ja siihen sen alajuoksulla yhtyvistä Perniönjoesta. Vesistöalueen vedet laskevat mereen entisten Perniön ja Särkisalon kuntien rajalla, jonne on muodostunut rehevä lintulahti Laukanlahti. Vesistöalue on Varsinais-Suomen runsasjärvisin, järviä on 5,7 % pinta-alasta. Valuma-alue on metsävaltainen. Metsää on jopa 70 %, josta suurin osa Kiskonjoen valuma-alueella. Peltojen osuus on 25 %, mikä on vähemmän kuin muilla Varsinais-Suomen suurimpien jokien valuma-alueilla. Pellot sijaitsevat suurimmaksi osaksi Perniönjoen valuma-alueella.

Kuormitus ja tila

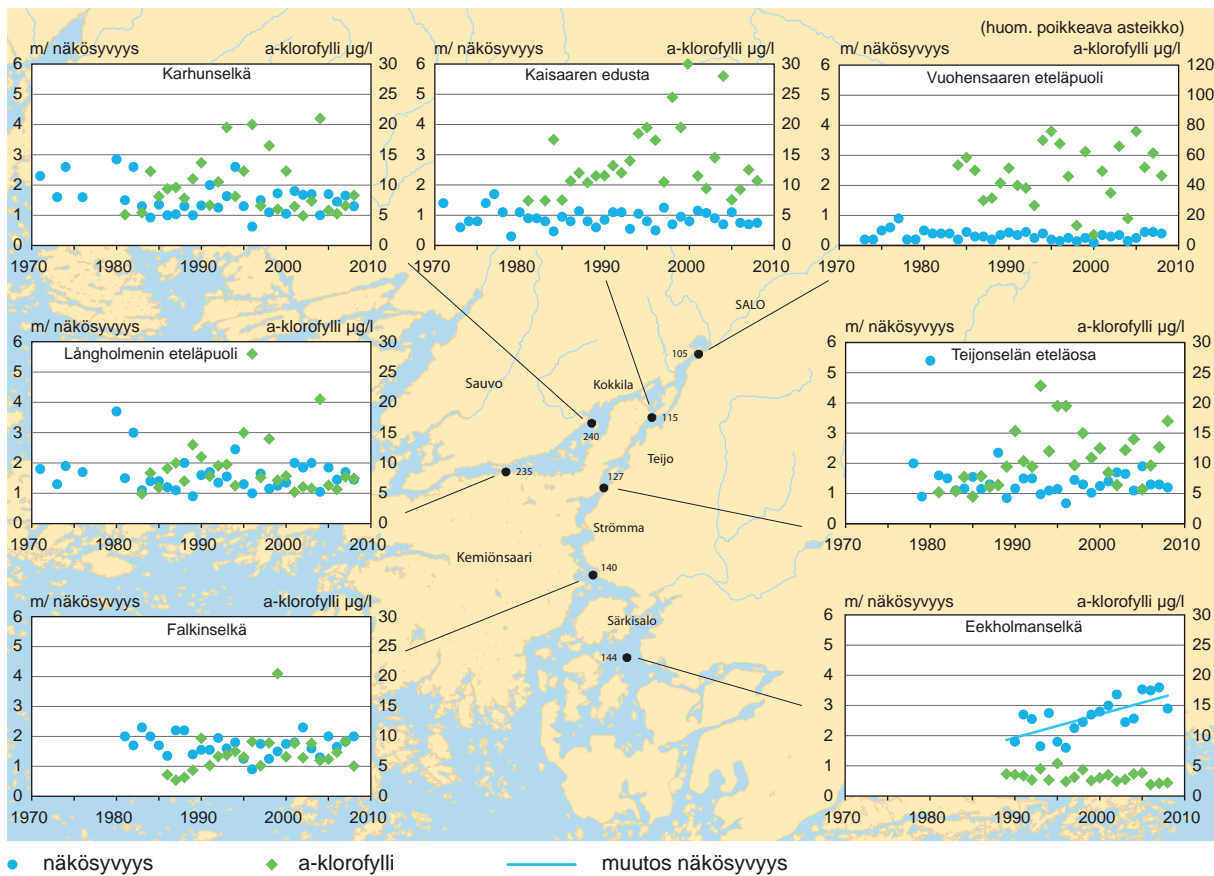
Suurin osa kuormituksesta on peräisin maataloudesta. Kiskonjoen ympäristössä maatalouden osuus on selvästi pienempi kuin Perniönjoen valuma-alueella, jossa peltoja on enemmän ja erikoiskasviviljely runsasta. Maatalouden arvioidaan aiheuttavan Kiskonjoen fosforikuormituksesta vajaa 80 % ja typpikuormituksesta noin 54 %. Perniönjoen vastaavat luvut ovat 84 % ja 71 %. Muu kuormitus tulee haja-asutuksesta, ilmalaskeumana ja jätevedenpuhdistamoilta. Salon kaupungin Muurlan ja Perniön puhdistamojen jätevedet johdetaan Perniönjokeen. Kuormittavaa teollisuutta Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalueella on vain vähän.



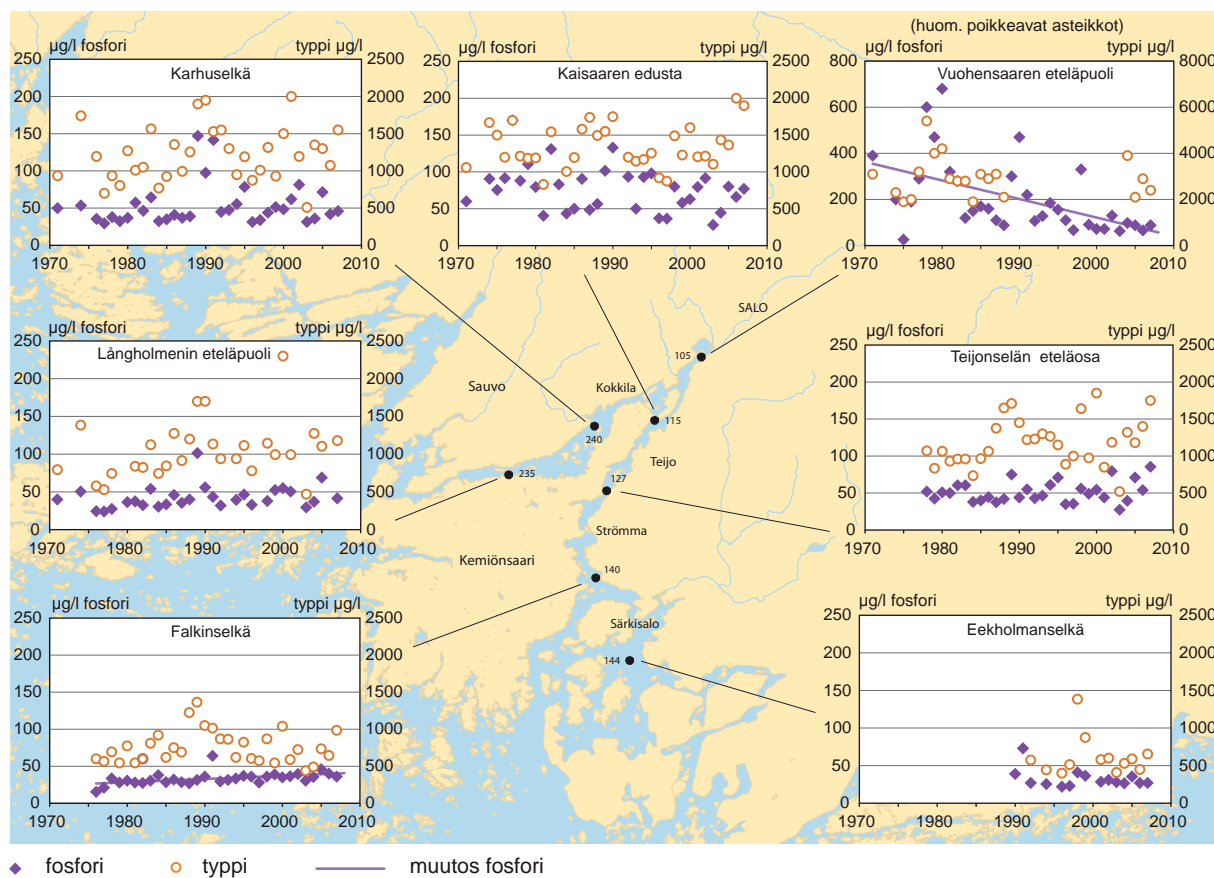
Kuva 39a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä erällä Halikonlahden seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



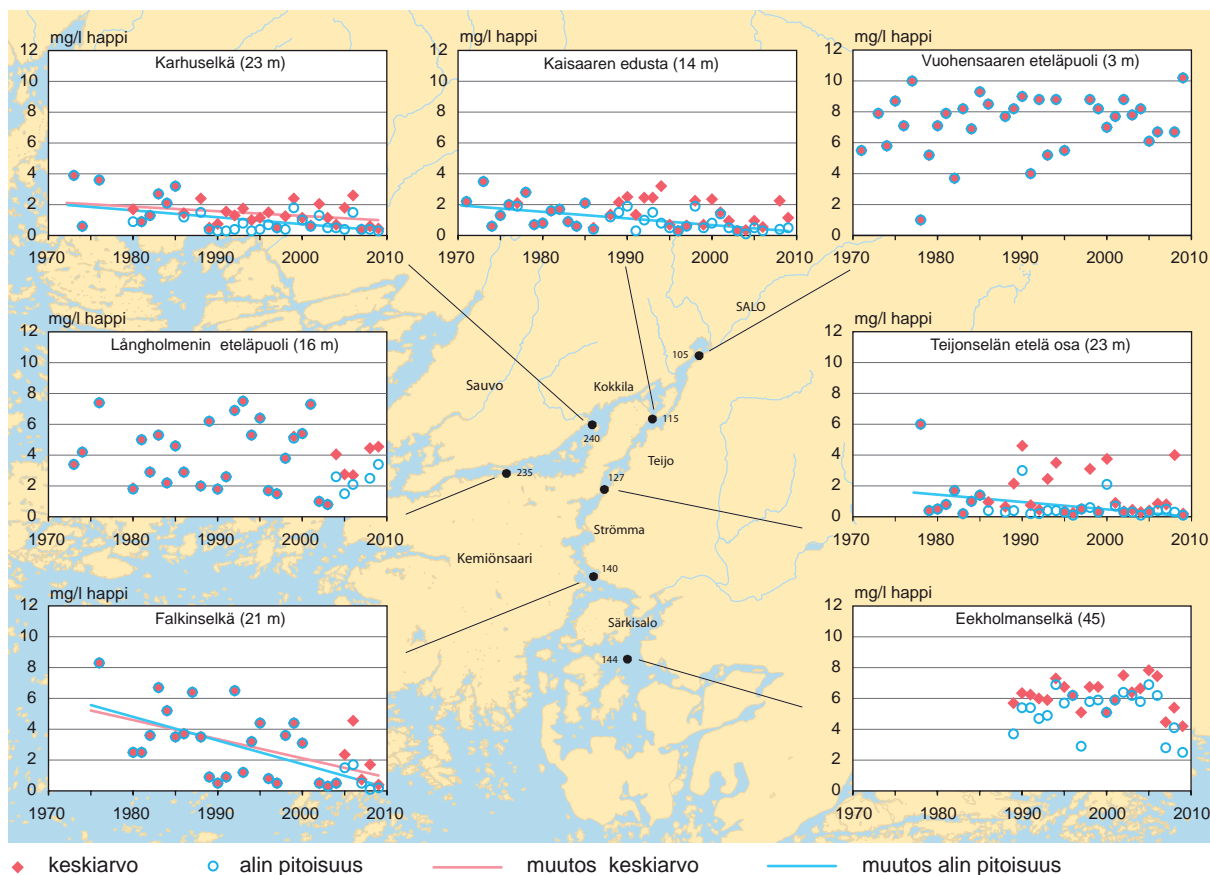
Kuva 39b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä erällä Halikonlahden seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti.



Kuva 39c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä erällä Halikonlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 39d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella erällä Halikonlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



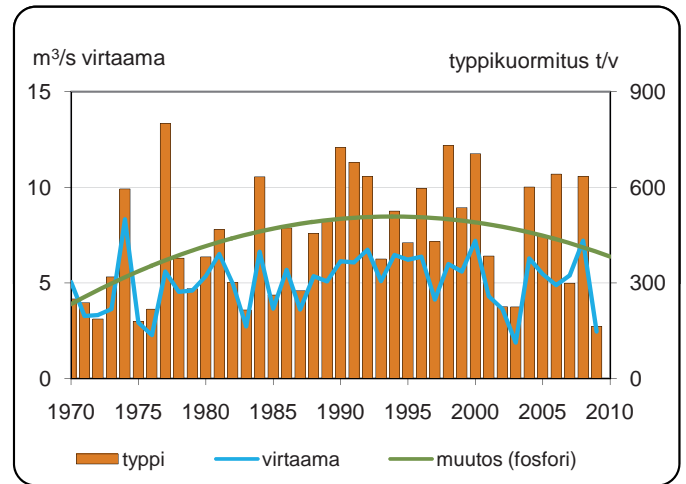
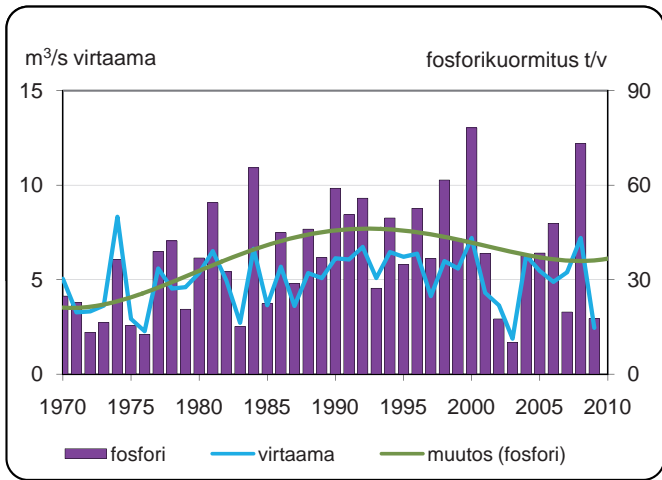
Kuva 39e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä eräillä Halikonlahden seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Kiskonjoen alajuoksu on luokiteltu ekologiselta tilaltaan osin tyydyttäväksi ja osin välttäväksi. Yläosiltaan jokivesistö on tyydyttävässä tilassa. Ravin- nepitoisuudet vaihtelevat pitkälti vuodenaikojen ja sääolosuhteiden mukaan. Kesäisin vesi on yleensä melko kirkasta, mutta tulvien aikaan se saattaa samentua huomattavasti. Veden hygieeninen laatu on yleisesti ottaen hyvä.

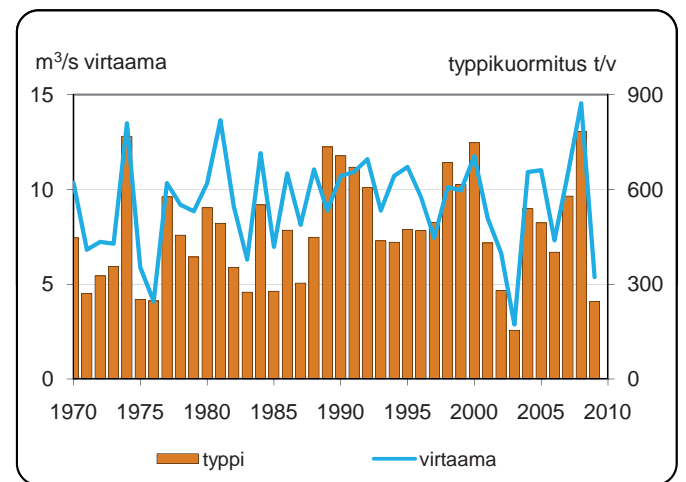
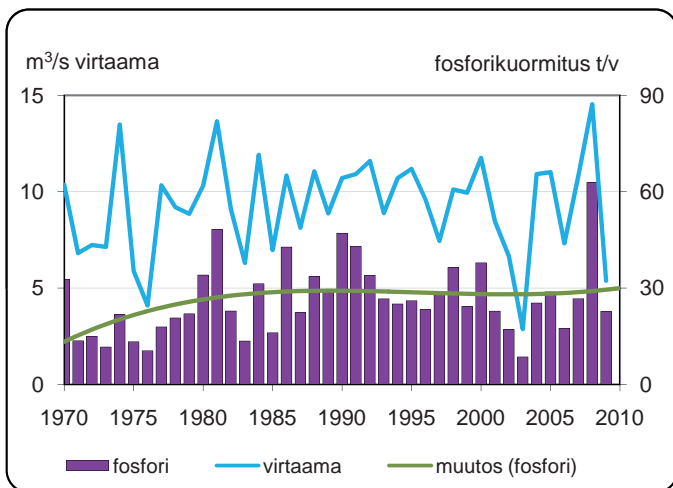
Perniönjoen vesi on Kiskonjokea ravinnepitoi- sempää, sameampaa ja sen hygieeninen laatu on heikompi mm. jätevesikuormituksen seurauksena. Tilaltaan Perniönjoki on luokiteltu välttäväksi.

Kiskonjoen ja Perniönjoen yhteinen vuosittainen fosforikuormitus on vaihdellut 9:stä 63 tonniin ja typpivirtaama 154:stä 784 tonniin vuosien 1970 ja 2009 välisenä aikana. Fosforikuormitus näyttää kas- vaneen 1970-luvulla, mutta sen jälkeen ei kuormitus ole muuttunut suuntaan tai toiseen (kuva 41).

Jokien yhtymäkohdan alapuolisessa seuranta- paikassa veden fosforipitoisuus on vuosina 2005 - 2009 ollut 90 µg/l ja typpipitoisuus vastaavasti 1330 µg/l.



Kuva 40. Uuskelanjoen keskivirtaama sekä fosfori- ja typpikuormitus mereen vuosina 1970 – 2009.



Kuva 41. Kiskonjoki-Perniönjoen keskivirtaama sekä fosfori- ja typpikuormitus mereen vuosina 1970 – 2009.

Keskinen Saaristomeri

Sijainti ja yleispiirteet

Rymättylän ja Merimaskun saaren länsipuolella avautuu Kihdille asti ulottuva väli- ja ulkosaaristoalue, jota tässä kutsutaan keskiseksi Saaristomereksi. Pohjoisessa alueen luontaisen rajan muodostavat Kustavi ja Taivassalo ja etelässä Nauvon ja Korppoon pääsaaret. Saaria on runsaasti, mutta yli 70 %, alueen pinta-alasta on vettä. Saarista suurimpia ovat Houtskarın, Iniön ja Velkuan keskusaaret. Pääosa keskisestä Saaristomerestä kuuluu lounaiseen välisaaristotyyppiin. Alueen länsireuna on ulkosaaristo; itäosasta sisältyy pieni kaistale sisäsaaristotyyppiin.

Merialueen keskisyvyys on 15 m. Aluetta halkoo muutama etelä-pohjoisuuntainen muuta vesialuetta syvempi kanjoni, jotka edesauttavat veden vaihtumista eteläisen ja pohjoisen Saaristomeren välillä. Laajemmin syvempää vettä on alueen pohjoisosassa Iniön aukolla ja Länsiaukolla, joiden syvyys vaihtelee pääosin 15 m ja 30 m välillä.

Kuormitus

Veden laatu ja eri kuormituslähteiden kuormitusosuudet vaihtelevat keskinen Saaristomeren eri osissa. Maataloudesta peräisin oleva hajakuormitus on keskeinen kuormittaja mantereen ja suurten saarten lähivesillä Askaisissa, Velkualla, Merimaskussa, Rymättylässä ja Nauvossa. Maataloudesta tulevaa ravinnemäärää lisää näillä alueilla varsinkin varhais- ja erikoiskasviviljely, joka kuormittaa vesistöjä enemmän kuin esimerkiksi viljanviljely. Alueen koillisosaan ja Iniönaukolle tulee hajakuormitusta ajoittain huomattavasti Mynälahdelta virtaavien vesien mukana. Alueen länsiosassa, missä maata ja peltoa on vähemmän, hajakuormitus on pienempää. Poikkeuksen tekee kuitenkin Houtskarın pääsaarten vesialue, jota varhaisperunan viljely paikoin kuormittaa.

Pistekuormitusta keskeiselle Saaristomerelle tulee eniten kalankasvatuksesta. Kalankasvattamoja on varsinkin Nauvon koillisosassa, Rymättylän eteläosassa, Houtskarın merialueella, Iniössä ja Iniön aukon pohjoisreunassa. Kasvatetun kalan määrä ja kalankasvatuksen kuormitus on vähentynyt 1980- ja 1990-lukujen vaihteen huippuvuosista, jolloin mereen päätyi enimmillään 27 tonnia fosforia ja 190 tonnia typpeä vuodessa. Viime aikoina koko keskinen Saaristomeren kalankasvatuksen vuotuinen fosforikuormitus on ollut vajaa 10 tonnia ja typpikuormitus 70 – 80 tonnia.

Puhdistettuja yhdyskuntajätevesiä merialueelle tulee Houtskarın, Korppoon, Nauvon ja Velkuan taajamista, Rymättylän Kunstenniemen leirikeskuksesta ja Paraisten Meri-Airiston alueelta. Jätevesien mukana tulevan fosforin määrä vähentyi puhdistuksen tehostumisen myötä 1990-luvun alkupuolella. Yhdyskuntajätevesien kuormitus on pientä esimerkiksi kalankasvatuksesta mereen päätyviin ravinnemääriin verrattuna.

Ilmalaskeuman osuus kokonaiskuormituksesta on keskeisellä Saaristomerellä suhteellisen suuri johtuen laajasta vesipinta-alasta. Fosforia tulee ilman kautta saman verran kuin kalankasvatuksesta mutta typpeä noin kymmenkertainen määrä.

Keskeisellä Saaristomerellä on n. 5800 vapaaajan asuntoa ja huviveneily on vilkasta. Näiden kuormituksesta ei ole tarkkoja arvioita, mutta se on joka tapauksessa pientä verrattuna esimerkiksi kalankasvatuksen kuormitukseen.

Merialueen tila

Rehevyyssuokituksen mukaan merialue on pääosin lievästi rehevää, alueen koillisosassa jopa rehevää. Niin ikään Rymättylän Laitsalmi ja Hämmärönsalmi sekä Houtskarın pääsaarten väliset vedet ovat rehevämpiä kuin ympäröivä merialue. Rehevyyttä ja rehevöitymistä edistää monin paikoin veden mataluus, minkä seurauksena ravinteet eivät kerrostu pohjaan vaan ovat jatkuvassa kierrossa pohjan ja veden välillä. Parhaimmassa kunnossa vedet ovat lännessä Kihdin reunalla. Ekologisen luokituksen mukaan merialue on tyydyttävässä tilassa.

Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on vaihdellut osa-alueen eri osissa viime vuosina 18 µg/l ja 35 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 2,8 µg/l ja 6,8 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 1,1 m – 4,0 m.

Keskinen Saaristomeri on rehevöitynyt viimeisten parin kolmen vuosikymmenen aikana. Kesällä fosforipitoisuus on kasvanut sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä (kuva 42a ja 34a, s. 68). 2000-luvulla kasvu on monin paikoin kuitenkin tasaantunut. Talvella fosforipitoisuuden kasvu on jatkunut vielä viime vuosinakin (kuva 42d).

Kokonaistypen pitoisuus ei ole kasvanut yhtä selvästi kuin kokonaisfosforin (kuva 42b). Nauvon Seilissä typpipitoisuus kasvoi 1980-luvun jälkipuoliskon kesinä ja pohjanläheisessä vedessä vielä 1990-luvullakin, mutta sen jälkeen typen määrä on ollut laskusuunnassa sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä. Myös alueen keskeisissä Rymättylän Pakinaisissa loppukesän typpipitoisuus on ollut laskussa viime vuosien aikana. Alueen koillisosassa Merimaskun länsipuolella (kuva 42b) ja Taivassalon Länsiaukolla (kuva 34b,

s. 68) typen määrä on kasvanut loppukesällä aivan viime vuosia lukuun ottamatta.

Talvella typpipitoisuudessa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia suuntaan tai toiseen lukuun ottamatta alueen keskiosaa (Pakinainen, Kuva 42d), missä pitkällä aikavälillä on nouseva suuntaus, vaikkakin pitoisuuksissa on ollut vaihtelua.

Pintaveden epäorgaanisen typen ja fosforin suhteen perusteella perustuotantoa rajoittava ravinne on koko keskisellä Saaristomerellä typpi. Seilin intensiiviseuranta paikalla tyypeä on ollut suhteessa fosforiin hieman enemmän kuin muualla, mutta sielläkin minimiravinne on yleensä ollut typpi.

Planktonlevien määrää kuvaavan a-klorofyllin pitoisuus on kasvanut lähes koko keskisellä Saaristomerellä aivan viime vuosia lukuun ottamatta. Klorofyllipitoisuus on viime vuosina ollut useilla paikoilla yli 1,5-kertainen parinkymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen verrattuna (kuva 42c). Monin paikoin klorofyllimäärän lisäys on ollut suhteellisesti selvästi suurempaa kuin kokonaisravinteiden

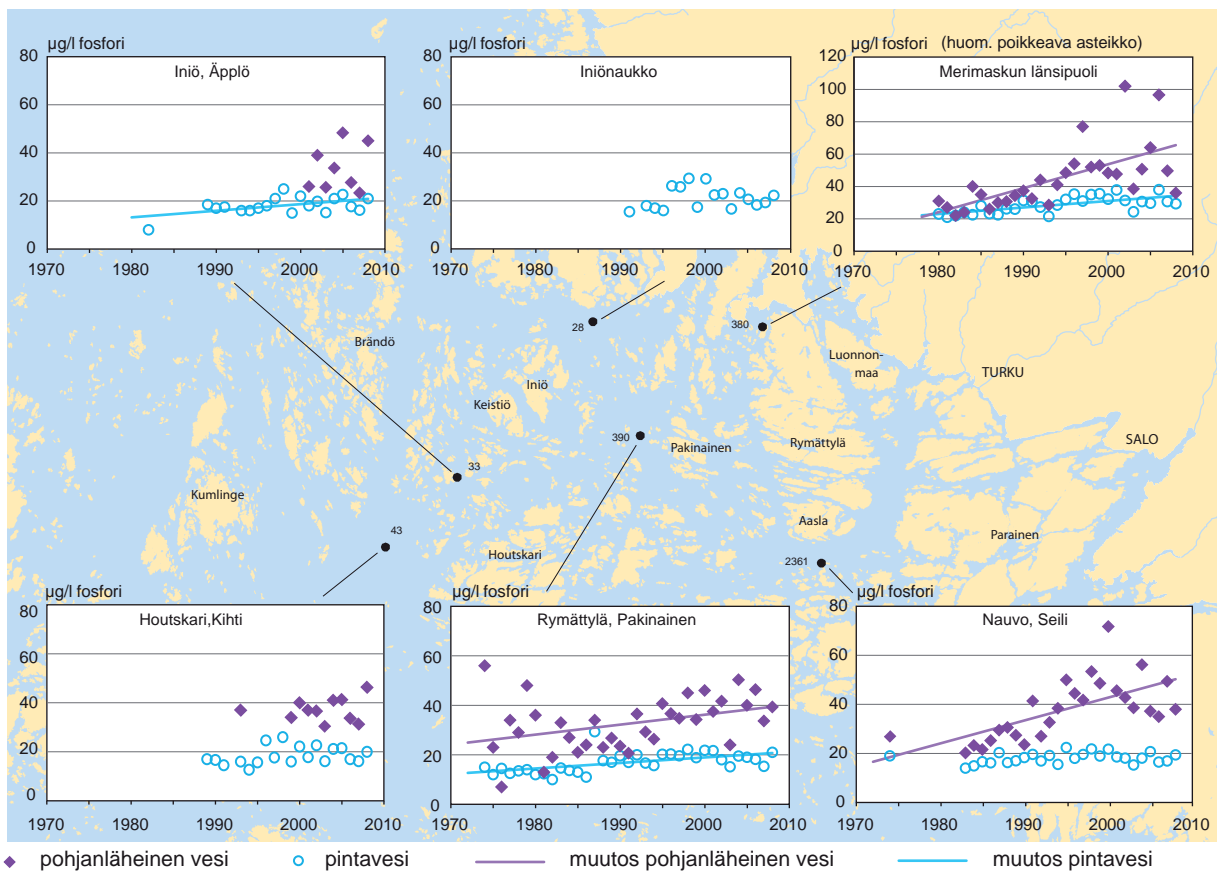
pitoisuuksien kasvu. Kasvu oli erityisen voimakasta 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa, mutta on sen jälkeen tasaantunut tai kääntynyt laskuun. Kasvun syistä ei ole täyttä varmuutta, mutta se voi johtua mm. sisäisen kuormituksen voimistumisesta tai ravintoverkon sisäisissä suhteissa tapahtuneista muutoksista. Myös lisääntyneellä hajakuormituksella voi olla merkitystä, sillä 1990-luvun jälkipuoli oli keskimääräistä sateisempi.

Klorofyllipitoisuuden kasvaessa on näkösyvyys vastaavasti alentunut koko alueella (kuva 42c). Näkösyvyys on nykyään suurin alueen länsiosissa (3 – 4,5 m) ja pienin alueen itäosissa (1 – 2,5 m).

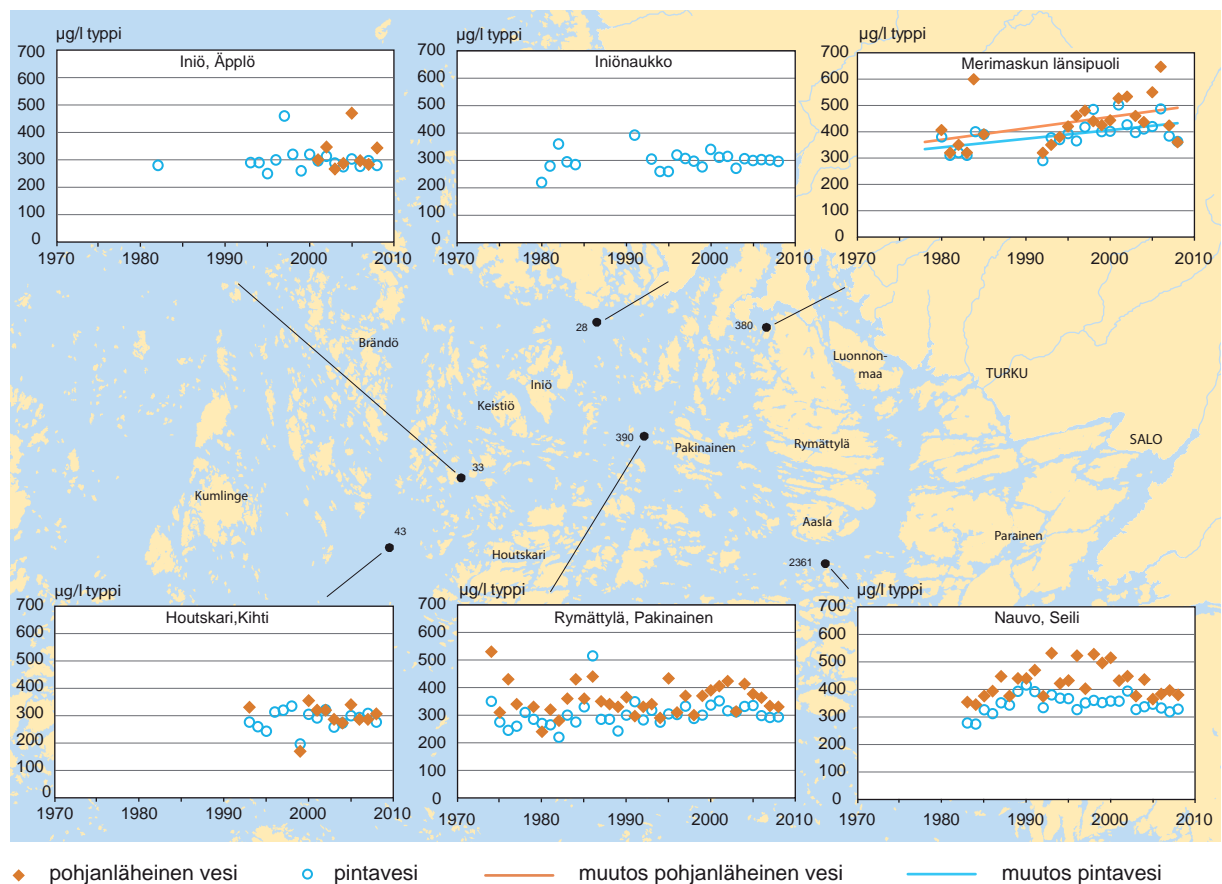
Pohjanläheisen veden happipitoisuus on laskenut 1980-luvun alusta lähtien useilla paikoilla (kuva 42e ja kuva 34e, s. 70). Kuvien paikkojen lisäksi alueella on paljon syvänteitä joiden vesi vaihtuu huonosti ja joihin kertyy runsaasti pohjaan vajoaavaa kuollutta eloperäistä ainesta, joka hajotessaan kuluttaa happea. Näissä syvänteissä hapenpuute on ilmeisesti jokakesäinen ilmiö.



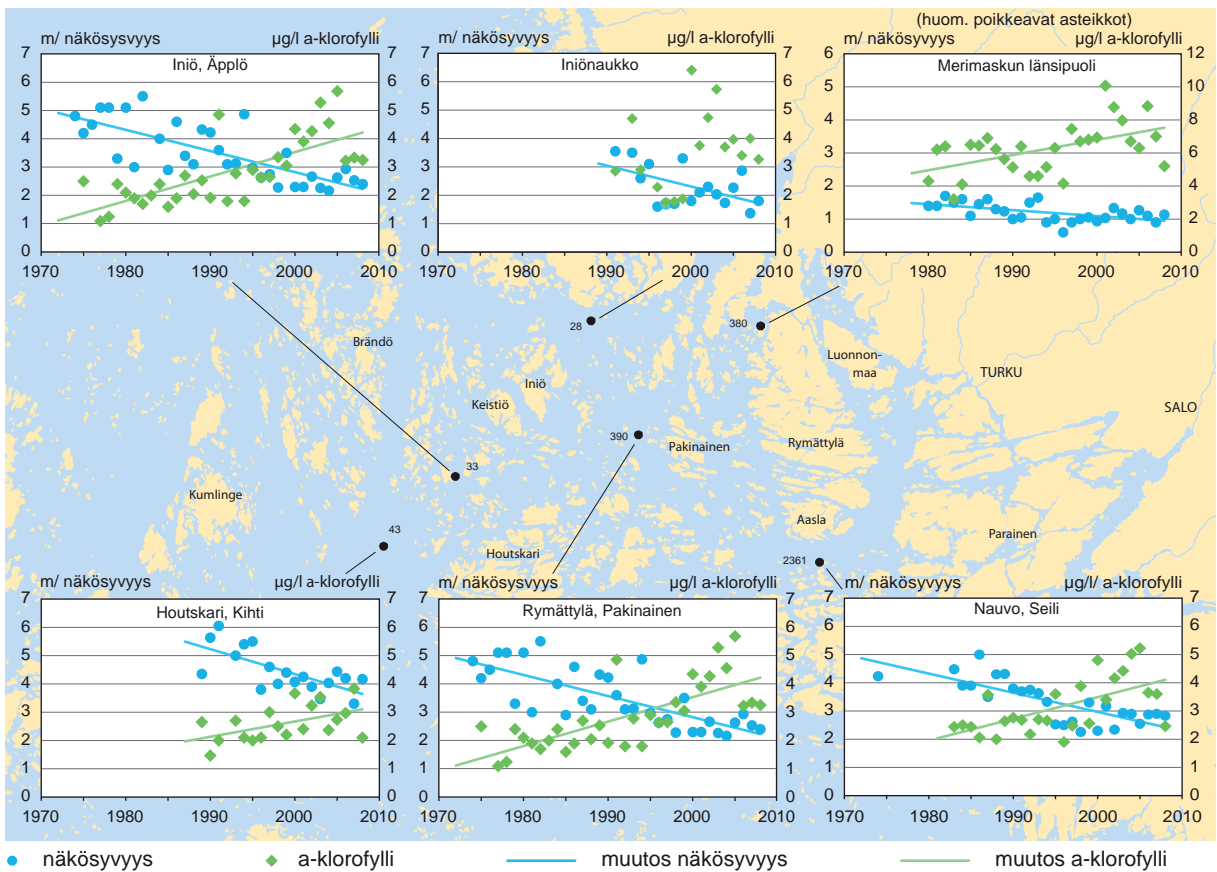
Avomeren partaalla. Kuva: Samu Numminen/Pro Saaristomeri



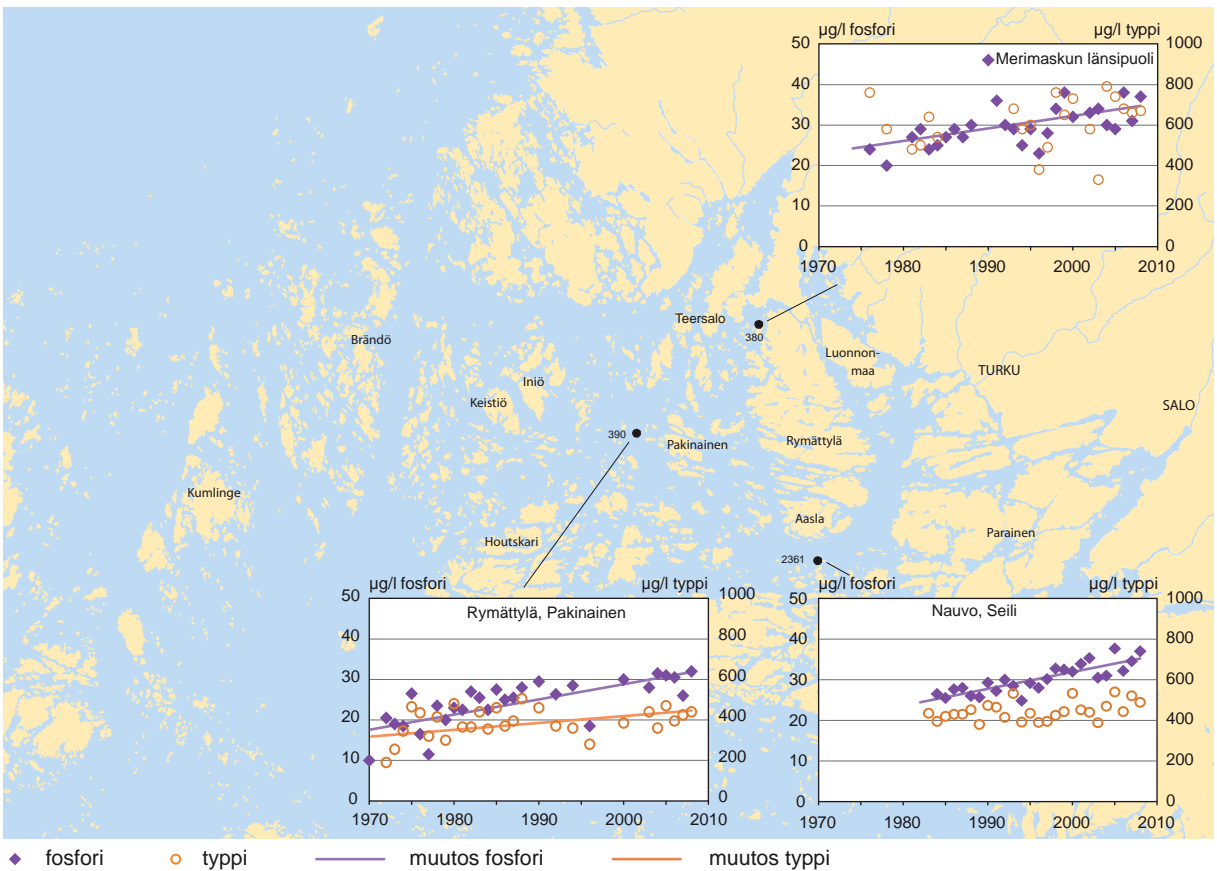
Kuva 42a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä keskisen Saaristomerän seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



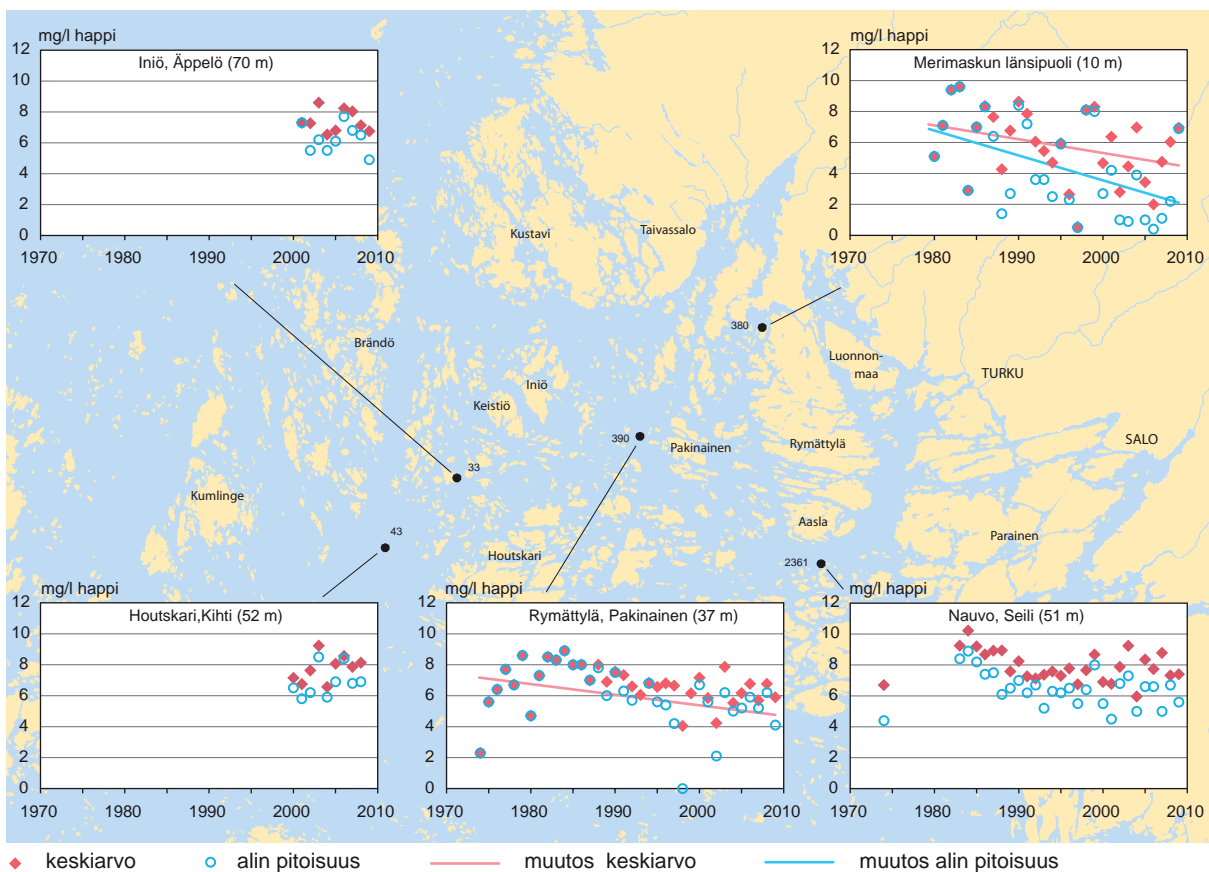
Kuva 42b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä keskisen Saaristomerän seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 42c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä eräillä keskisen Saaristomerän seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 42d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistyppien pitoisuudet talvella eräillä keskisen Saaristomerän seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 42e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä erällä keskisen Saaristomeren seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Harmaahyljekanta on lisääntynyt viime vuosina Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueella. Kuva: Askö Sydänoja

Eteläinen Saaristomeri

Sijainti ja yleispiirteet

Nauvon ja Korppoon pääsaarten eteläpuolella avautuu laaja ulkosaaristo, joka etelässä rajoittuu avomereen ja idässä Kemiönsaaren länsireunaan sekä Dragsfjärdin saaristoon. Lännessä vastassa on Kihti ja Ahvenanmaan puoleinen ulkosaaristo. Alue kuuluu kokonaisuudessaan lounaiseen ulkosaaristotyyppiin.

Vesialueen osuus eteläisen Saaristomeren pintalasta on 90 %. Saaria on runsaasti. Alueen pohjois- ja keskiosassa on sekä metsäisiä saaria että puuttomia luotoja, etelässä saaret ovat pääasiassa pieniä karuja kallioluotoja. Tyypillisiä alueelle ovat myös suuret selkävedet. Pohjois- ja itäreunan suuria saaria (Korppoo, Nauvo, Kemiönsaari) lukuun ottamatta isompia saaria tai saarikeskittymiä on vain muutama. Saarista suurimpia ovat Nötö, Fårö ja Björkö merialueen keskiosassa, Vänö idässä ja Jurmo alueen eteläosassa. Varsinkin eteläosiltaan eteläinen Saaristomeri on meren valtakuntaa.

Eteläisen Saaristomeren keskisyvyys on 22m. Syvimmät kohdat ovat hieman yli 100 metriä. Alueen eteläosassa Hankoniemen ja Utön välillä kulkee laaja matalahkon veden vyöhyke. Sitä halkoo kuitenkin muutama etelä-pohjoissuuntainen syvämpi kapeahko kanjoni, joita pitkin myös syvien vesikerrosten vedet pääsevät vaihtumaan avoimen Itämeren ja eteläisen Saaristomeren välillä.

Valtaosa eteläisestä Saaristomerestä kuuluu Saaristomeren kansallispuistoon, joka on perustettu Saaristomeren luonnon ja kulttuurin suojelemiseksi. Kansallispuisto puolestaan muodostaa keskeisen osan Saaristomeren biosfäärialueesta, joka syntyi UNESCON aloitteesta vuonna 1994 edistämään saariston ihmisen ja luonnon vuorovaikutussuhteiden tutkimusta ja kestävästä kehitystä.

Kuormitus

Eteläisen Saaristomeren veden laatuun vaikuttavat keskeisesti virtausten mukana Suomenlahdelta ja pohjoiselta Itämereltä tulevat ravinteet. Vaikutus näkyi erityisen selvästi vuonna 2004, jolloin fosforipitoisuus oli useilla seurantapaikoilla korkeampi kuin kertaakaan aiemmin. Tämä johtui vuodenvaihteen 2003/2004 voimakkaista myrskyistä, jotka sekoittivat avomeren vedet pinnasta pohjaan, ja jolloin halokliinin alaista ravinnepitoista vettä nousi ylempiin vesikerroksiin. Tätä ravinnepitoista vettä kulkeutui avomereltä myös eteläiselle Saaristomerelle. Esimerkiksi Nötön selällä fosforia oli vedessä keski-loppukesällä ennätyselliset 29 µg/l.

Fosforipitoisuus oli korkea myös useilla muilla eteläisen Saaristomeren seurantapaikoilla.

Myös ilmalaskeuman osuus on eteläisen Saaristomeren kokonaiskuormituksesta huomattava, koska alue on suuri ja valtaosaksi merta. Alueella kulkee kaksi pohjois-eteläsuuntaista laivaväylää, Hangon väylä merialueen itäosassa ja Utön väylä alueen länsiosassa, joita pitkin kulkevien alusten pakokaasuista tulee typpipäästöjä.

Eteläisellä Saaristomerellä on vain vähän paikallisia kuormittajia. Pistekuormituksesta suurin osa on peräisin kalankasvatuksesta, jota harjoitetaan alueen pohjoisreunalla Nauvossa ja Paraisilla. Kasvatus alkoi 1980-luvun lopulla ja kuormitus oli suurimmillaan 1990-luvun alkupuolella, jolloin vuotuinen fosforikuormitus oli enimmillään 2,6 tonnia ja typpikuormitus lähes 20 tonnia. Viime vuosina kuormitus on ollut alle puolet 1990-luvun kuormituksesta.

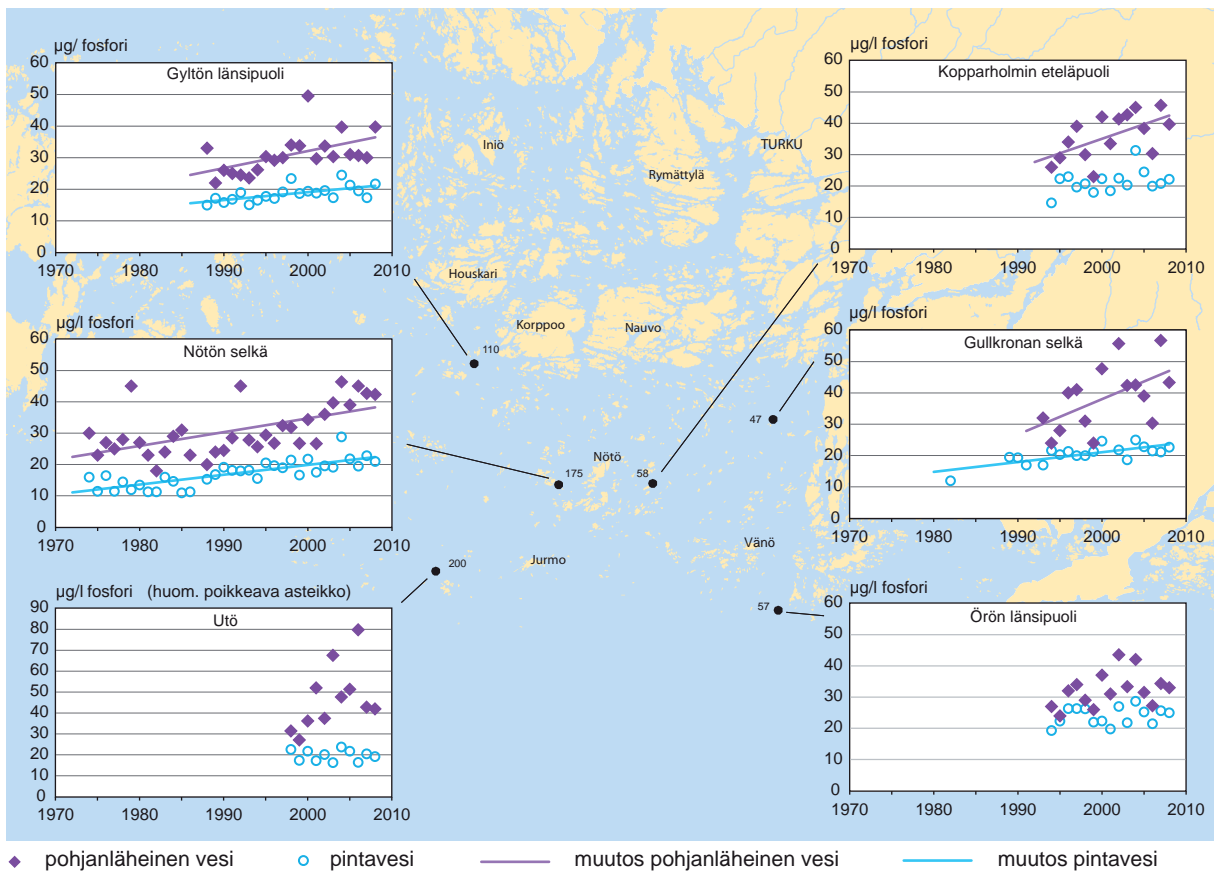
Puhdistettuja yhdyskuntajätevesiä lasketaan mereen ainoastaan Korppoon Gyltöstä, Utöstä ja Kemiön Skinnarvikistä. Jätevesikuormitus väheni huomattavasti 1990-luvun puolivälissä ja Gyltöstä edelleen viime vuosina. Nykyään jätevesien mukana päätyy mereen vain hyvin vähän ravinteita. Kuormittavia teollisuuslaitoksia ei alueella tätä nykyä ole.

Paimionjoen tuoman kuormituksen vaikutus on havaittavissa alueen koillisosassa, mutta muuten maaperästä lähtöisin olevan hajakuormituksen ja luonnonhuuhtouman osuus kokonaiskuormituksesta on pieni, koska maata on niukalti ja maataloutta harjoitetaan vain vähän. Nauvon ja Korppoon pääsaarilta tulee jonkin verran kuormitusta alueen pohjoisosaan ja alueen itäreunan saarilta alueen itäosaan.

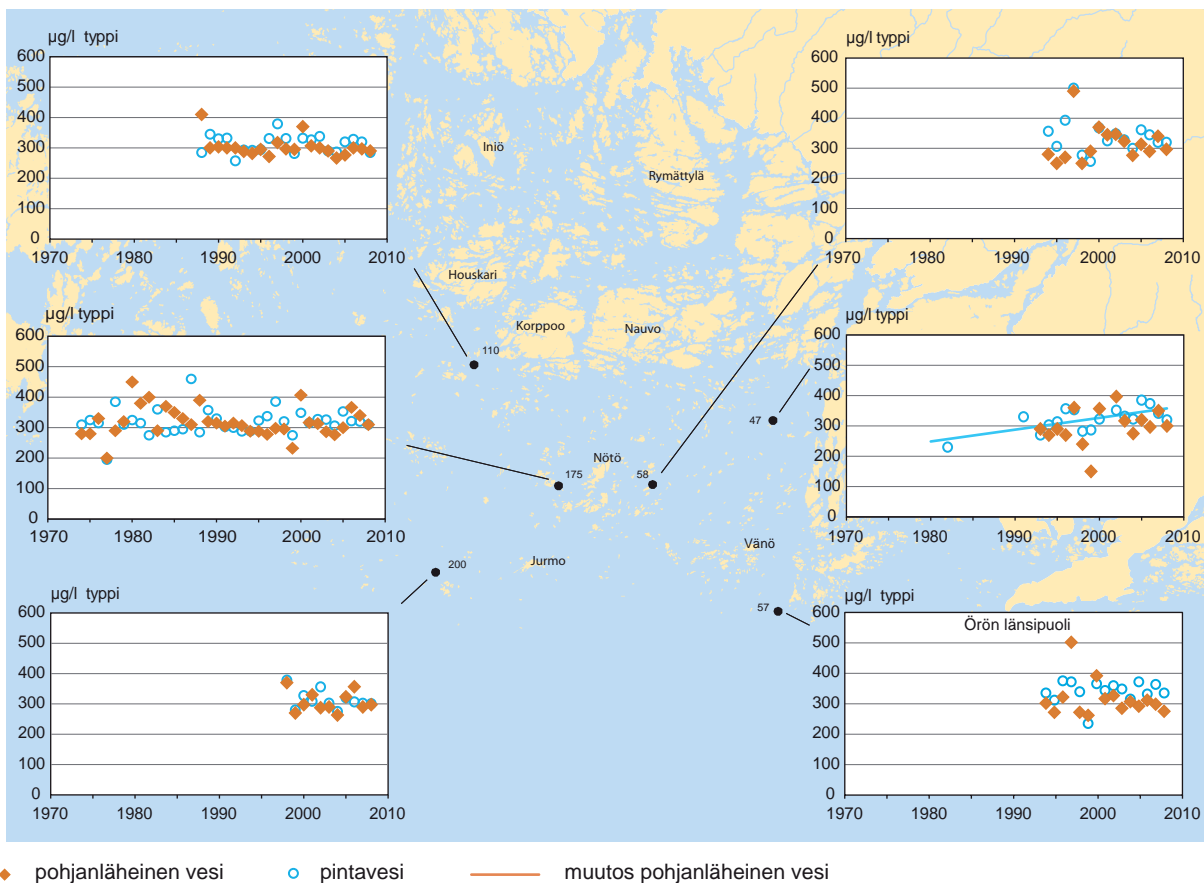
Oman ravinnelisänsä mereen tuo virkistyskäyttö. Alueella on yli 2000 vapaa-ajan asuntoa ja huvi-veneily ja muu virkistyskäyttö on vilkasta. Näiden kuormituksesta ei ole tarkkoja arvioita, mutta se on joka tapauksessa melko pientä.

Merialueen tila

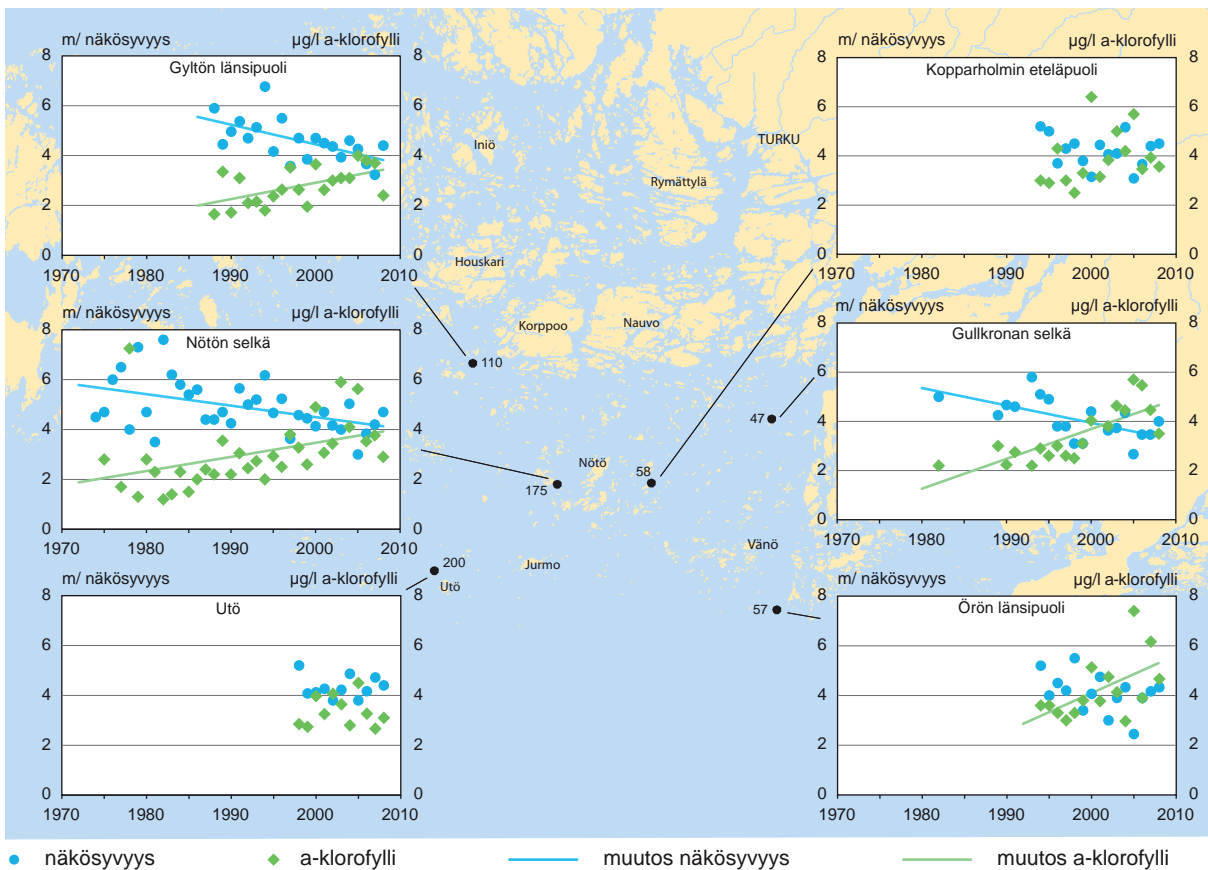
Merialueen länsiosa on lievästi rehevää. Itä- ja varsinkin kaakkoisosassa ravinne- ja levämäärät ovat korkeampia kuin lännessä, ja rehevyysluokituksen mukaan alue on rehevää. Ekologiselta tilaltaan eteläinen Saaristomeri on luokiteltu tyydyttäväksi. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinäelokuussa on vaihdellut osa-alueen eri osissa viime vuosina 20 µg/l ja 26 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 3,4 µg/l ja 5,3 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 2,4 m – 4,4 m.



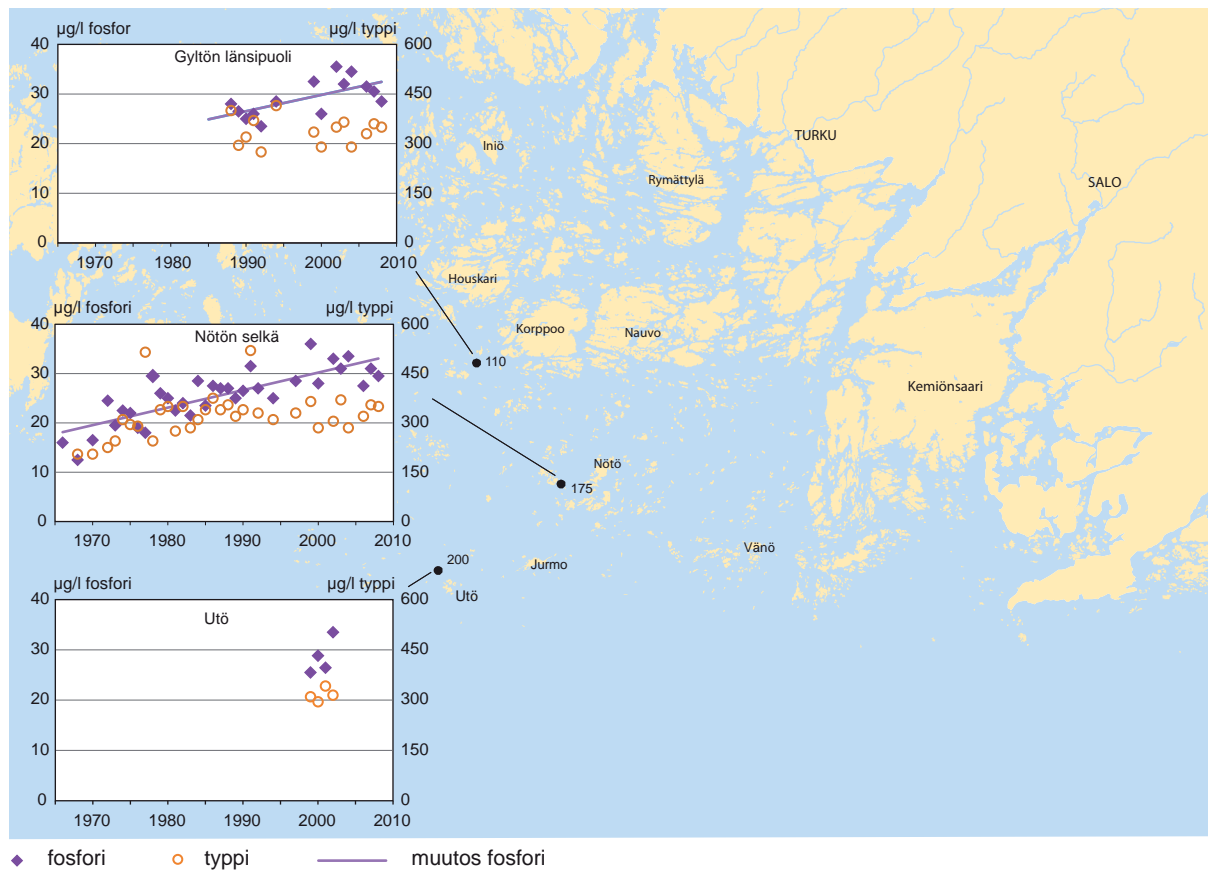
Kuva 43a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä eteläisen Saaristomeren seuranta- ja havaintopaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



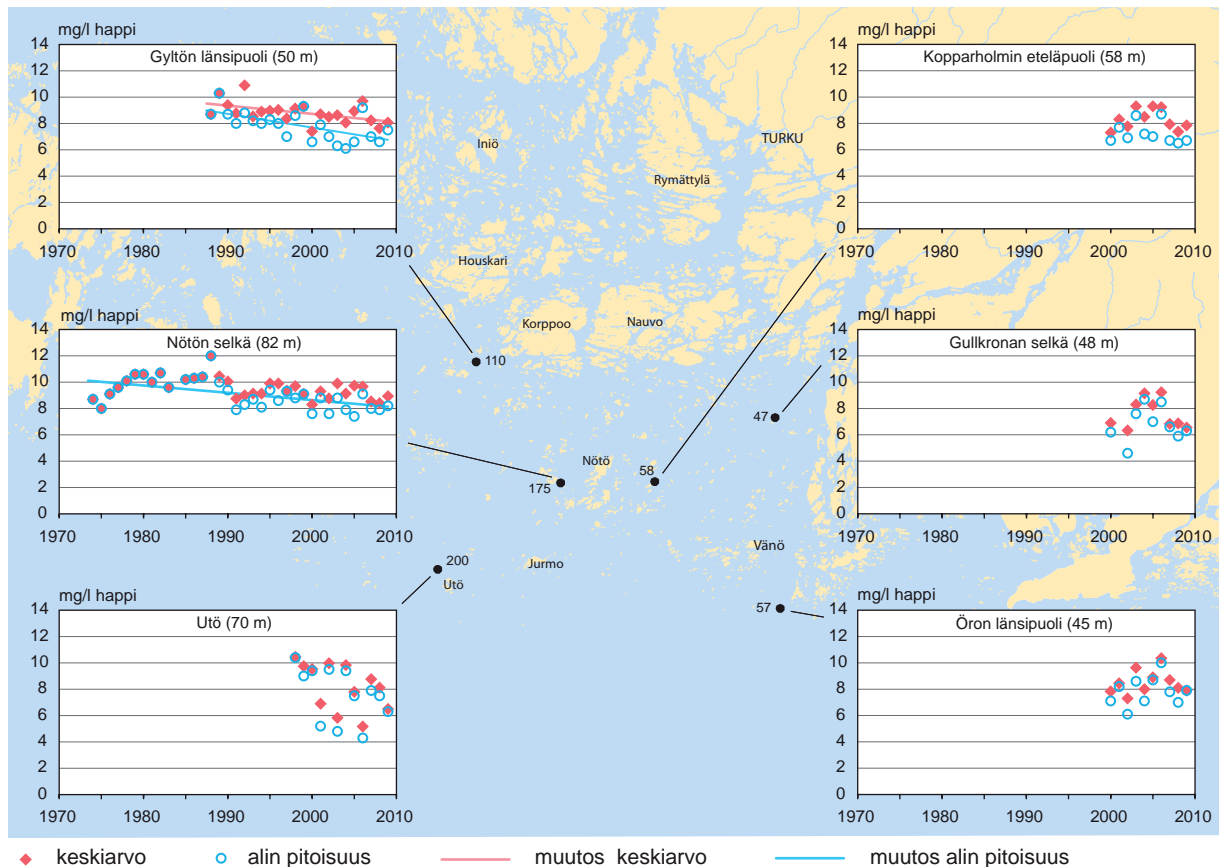
Kuva 43b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä eteläisen Saaristomeren seuranta- ja havaintopaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 43c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä eräillä eteläisen Saaristomerén seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 43d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella eräillä eteläisen Saaristomerén seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 43e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä erällä eteläisen Saaristomerén seurantapaikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Eteläisellä Saaristomerellä on useita veden laadun seurantapaikkoja. Näytteitä on otettu pisimpään Korppoon Nötön selältä, jossa yhtenäinen havaintosarja alkaa 1970-luvun alkupuolelta. Alueen muilla seurantapaikoilla säännöllinen näytteenotto alkoi 1980-luvun loppupuolella tai 1990-luvun alussa.

Nötön selällä kokonaisfosforipitoisuus on kasvanut kesällä ja talvella sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vesikerroksessa (kuvat 43a ja 43d). Pintavedessä fosforipitoisuus oli 1970-luvulla ja 1980-luvun puoliväliin asti kesällä keskimäärin $13 \mu\text{g}/\text{l}$, mutta nykyään kokonaisfosforia on pintavedessä yli $20 \mu\text{g}/\text{l}$. Pitoisuus on kasvanut siis 50–60 %. 2000-luvun kesinä erityisesti pohjanläheisen veden kokonaisfosforin pitoisuus on Nötön selällä ollut voimakkaassa kasvussa paria viime vuotta lukuun ottamatta (kuva 43a).

Viimeisten 10–15 vuoden aikana kokonaisfosforin pitoisuus on kasvanut loppukesällä useilla muillakin paikoilla (kuva 43a). Talvella fosforipitoisuus on kasvanut Nötön selän lisäksi myös Gyl-

tön länsipuolella, ts. molemmilla paikoilla, jossa sitä talvisin on pitempään mitattu (kuva 43d).

Kokonaistypen pitoisuuksissa ei sen sijaan ole kesällä havaittavissa muutosta muualla kuin Gullkronan selällä, missä pintaveden typpipitoisuus on ollut lievässä noususuunnassa paria viime kesää lukuun ottamatta (kuva 43b). Talvella typpipitoisuus kasvoi Nötön selällä 1990-luvun alkuun asti, mutta sen jälkeen kasvu tasaantui (kuva 43d). Epäorgaanisen typen talvipitoisuus on viimeisen 10 vuoden aikana ollut lievässä laskussa usealla seurantapaikalla (ei kuvaa). Havaintojen vähyyden takia suuntaus ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää.

Planktonlevien määrää kuvastavan a-klorofyllin määrä on kasvanut useimmilla paikoilla. Kasvu jatkui 2010-luvun puoliväliin asti, minkä jälkeen se on tasaantunut (kuva 43c). Esimerkiksi Nötön selällä klorofyllipitoisuus oli vielä 1980-luvun puolivälissä n. $2 \mu\text{g}/\text{l}$ mutta on viime vuosina ollut keskimäärin $3,5 \mu\text{g}/\text{l}$ paikkeilla eli pitoisuus on nykyään 75 % korkeampi kuin runsaat parikymmentä vuotta sitten. Klorofyllipitoisuuden kasvaessa on

näkösyyvyys vastaavasti pienentynyt (kuva 43c). Pintaveden epäorgaanisen typen ja fosforin suhteen perusteella perustuotantoa rajoittava ravinne on eteläisellä Saaristomerellä typpi.

Eteläisen Saaristomeren syvillä vesialueilla pohjat ovat suhteellisen hyvässä kunnossa, eikä alueelta tunneta kuin yksittäisiä kerrostumisalueita, missä olisi säännöllistä hapenpuutetta. Todennäköisesti eteläisellä Saaristomerelläkin kuitenkin on alueita, jotka kärsivät hapenpuutteesta. Nötön selällä ja Gyltön länsipuolella happitilanne on vuosien mittaan jonkin verran heikentynyt (kuva 43e).

Sinileväkukinnat ovat viimeisten runsaan 10 vuoden aikana olleet eteläisellä Saaristomerellä lähes jokakesäisiä. Kukintojen intensiteetti on vaihdellut vuosittain, mutta huomattavia pintakukintoja on ollut lähes joka kesä ainakin jossain päin aluetta. Kolmena viime kesänä (2008 – 2010) laajoja yhtenäisiä pintakukintoja ei kuitenkaan esiintynyt ja kesinä 2008 ja 2009 sinileviä oli muutenkin vähemmän. Valtalajeina alueella ovat yleensä *Aphanizomenon sp.*, josta ei Itämeressä ole todettu myrkyllisiä kantoja, sekä *Nodularia spumigena*, joka on aina myrkyllinen.

Merimetso on runsastunut voimakkaasti Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla muun muassa merialueen rehevöitymisen seurauksena. Kuva: Asko Sydänoja



Kaakkoinen Saaristomeri

Sijainti ja yleispiirteet

Saaristomeren kaakkoisosa käsittää Västanfjärdin, Taalintehtaan, Kasnäsin, Rosalan ja Hiittisten saaristoalueet rajoittuen lännessä Gullkronan ja Örön selkiin ja idässä Hangon läntiseen selkään. Alueen pohjois-keskiosa on suurten saarten luonnehtimaa välisaaristoa ja etelä-itäosa avoimempaa ulkosaaristoa, joka etelässä vaihettuu avomereen. Pohjoisen saaristoalueen ja Hiittisten-Rosalan saarien välissä on leveähkö ja syvä 15 - 20 kilometrin pituinen salmi. Pohjoisosan rikkonaisella saaristoalueella sekä Hiittisten-Rosalan matalilla saarten suojaamilla alueilla veden vaihtuvuus on heikohkoa, mutta avoimemmilla vesialueilla vesi vaihtuu paremmin. Alueelle ei laske merkittäviä jokia. Merialueen keskisyvyys on 15 m.

Kuormitus

Alueen pohjoisosaan tulee Kemiönsaarelta maatalouden ja haja-asutuksen kuormitusta sekä yhdyskunta- ja teollisuusjätevesiä Taalintehtaalta. Yhdyskuntajätevesien ja hajakuormituksen määrä on melko alhainen ja vaikutukset rajoittuvat alueen pohjoisosaan. Taalintehtaalla sijaitsevasta teollisuudesta tulee mereen jonkin verran kiintoainetta, öljyjä ja kuparia. Alueen itäosassa voi ajoittain näkyä Halikonlahden vaikutus.

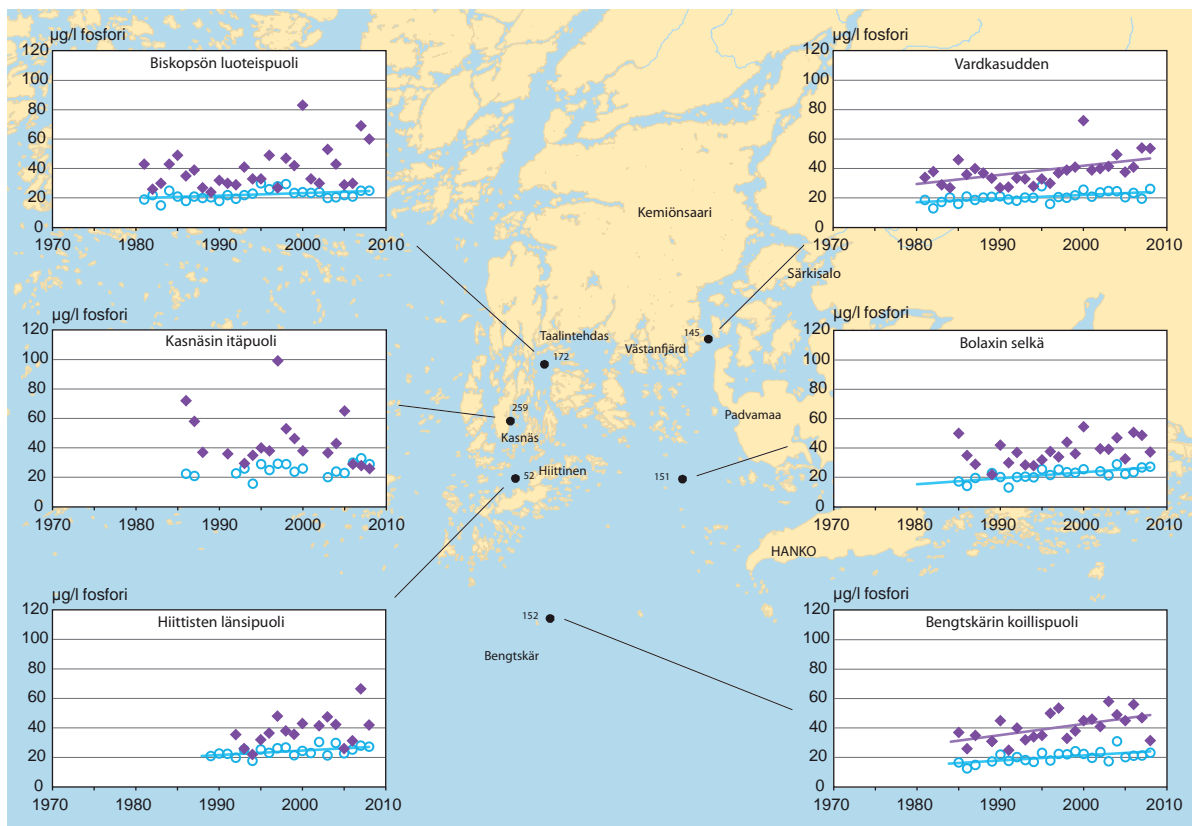
Merkittävä paikallinen vesistökuormittaja alueella on kalankasvatus, joka alkoi Kasnäsin-Rosalan-Hiittisten alueella 1980-luvun alussa. Suurin osa kalankasvatuksesta sijaitsee veden vaihtuvuudeltaan kohtalaisilla alueilla osa-alueen keskiosissa. Kalankasvatuksesta tuleva ravinnekuormitus on pienentynyt melko tasaisesti 2000-luvulle tultaessa laitosten ja tuotantomäärien vähentyessä. Viime vuosina kasvatuksesta aiheutunut vuosittainen ravinnekuormitus on ollut runsaat 3,2 tonnia fosforia ja 24,6 tonnia typpeä.

Viemäriverkostoon kuulumattomia vakituksia asuntoja on osa-alueella kaikkiaan lähes 600 ja loma-asuntoja yli 2100. Myös veneliikenne on vilkasta. Näiden kuormituksesta ei ole tarkkoja arvioita, mutta se on joka tapauksessa monta kertaa pienempi kuin esimerkiksi kalankasvatuksen kuormitus.

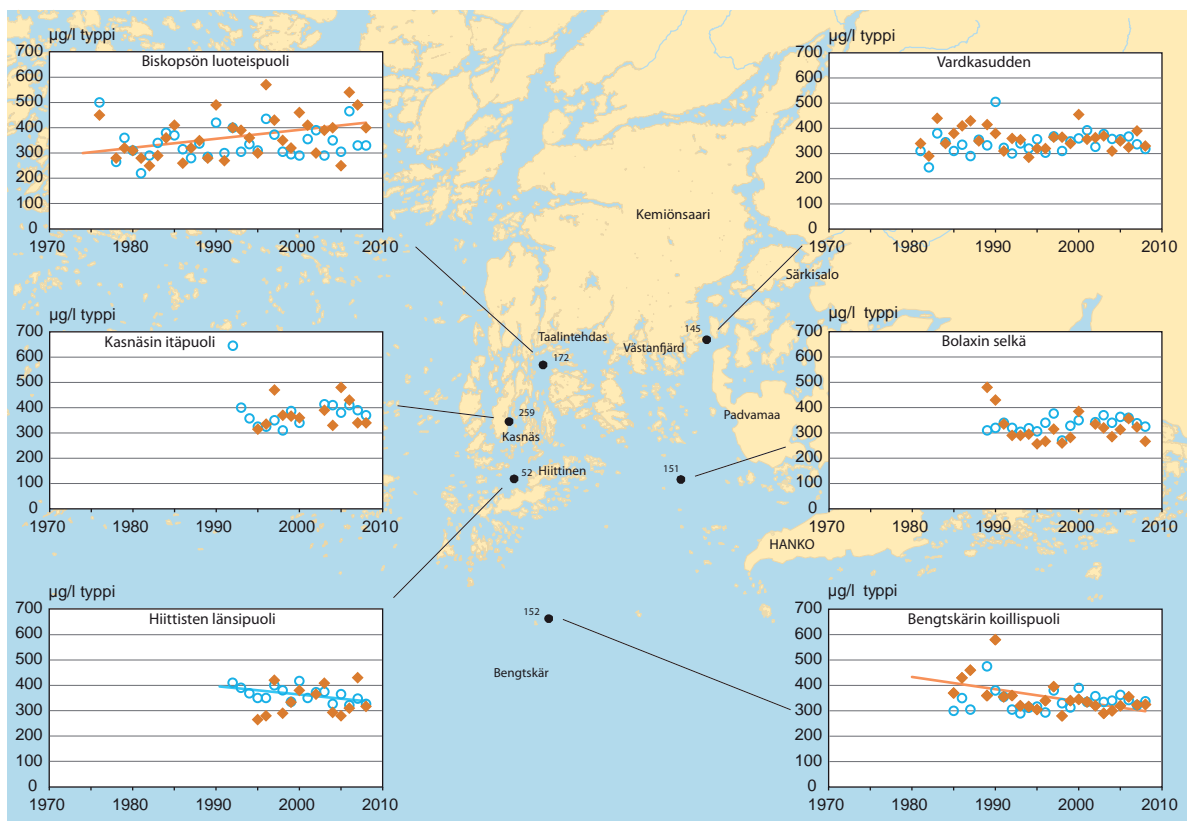
Osa-alueelle tulee merkittävästi ravinteita muualta. Ilmalaskeuman osuus on suuri johtuen suuresta vesipinta-alasta. Esimerkiksi kalankasvatukseen verrattuna tulee ilman kautta mereen fosforia arviolta kaksinkertainen määrä ja typpeä yli 15-kertainen määrä vuodessa. Valtaosa ilmakehän laskeutuu osa-alueen eteläosan avomerialueelle. Lisäksi Suomenlahdelta kulkeutuvalla ravinnekuormituksella on ilmeisesti huomattava vaikutus alueen veden laatuun. Sisäinen kuormitus tuo paikoin ravinteita pohjasta takaisin veteen.

Korppoon Björkön kalliomuodostumia.
Kuva: Asko Sydänoja

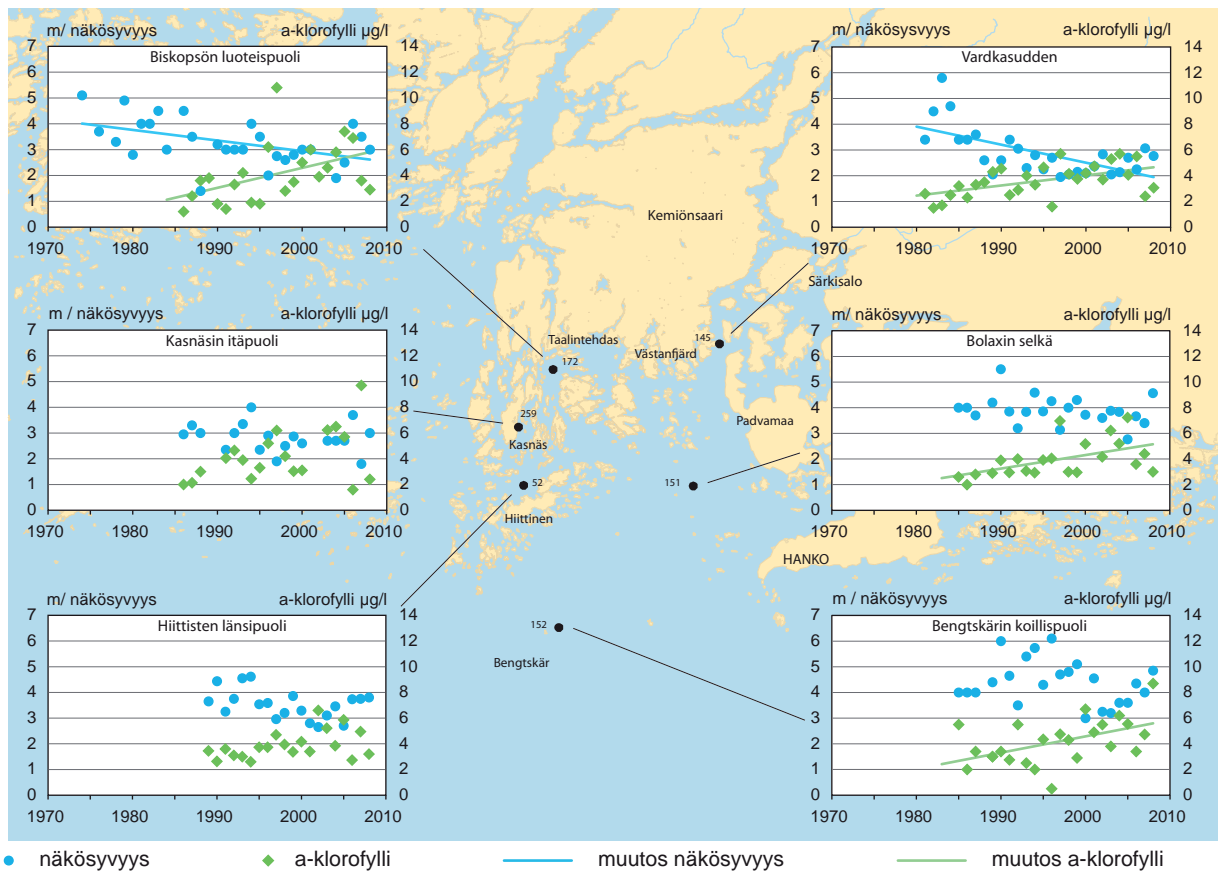




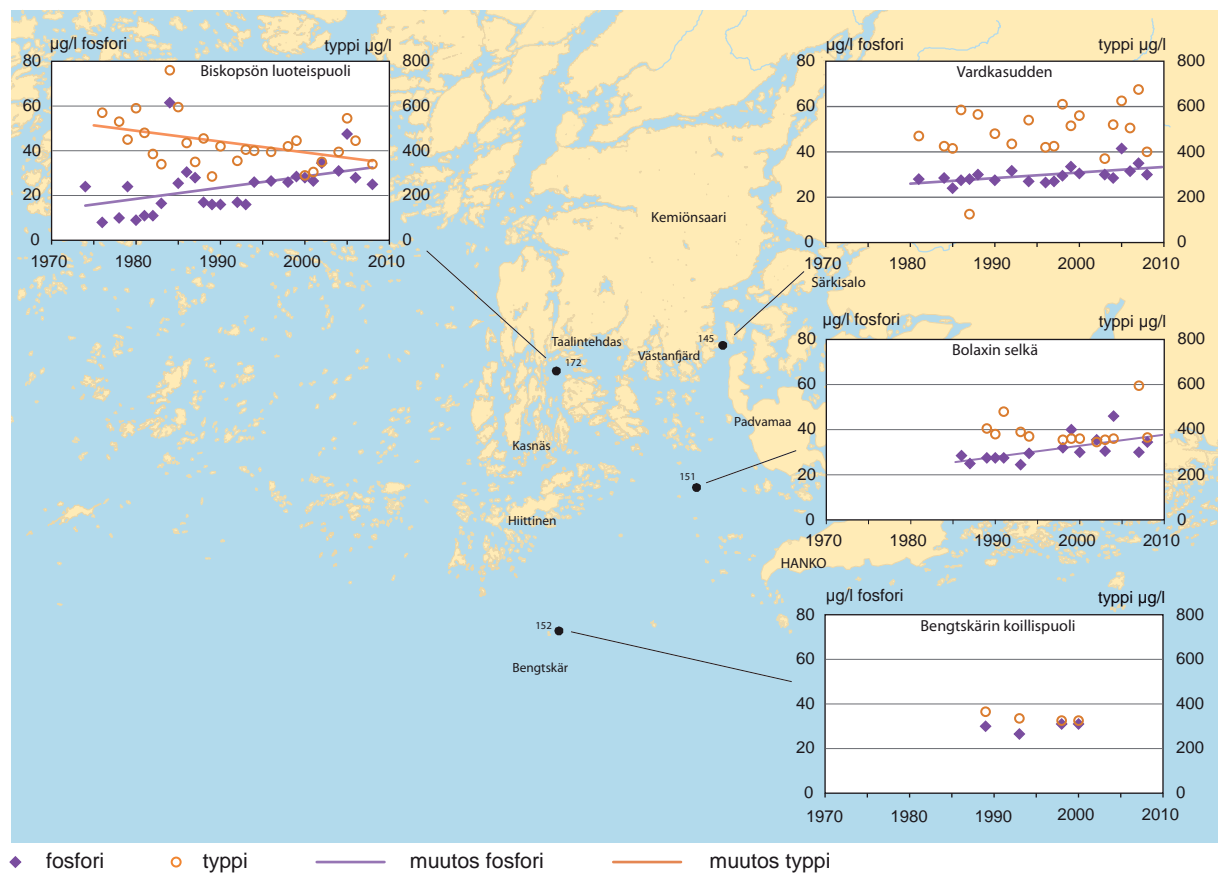
Kuva 44a. Kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä kaakkoisen Saaristomeren seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



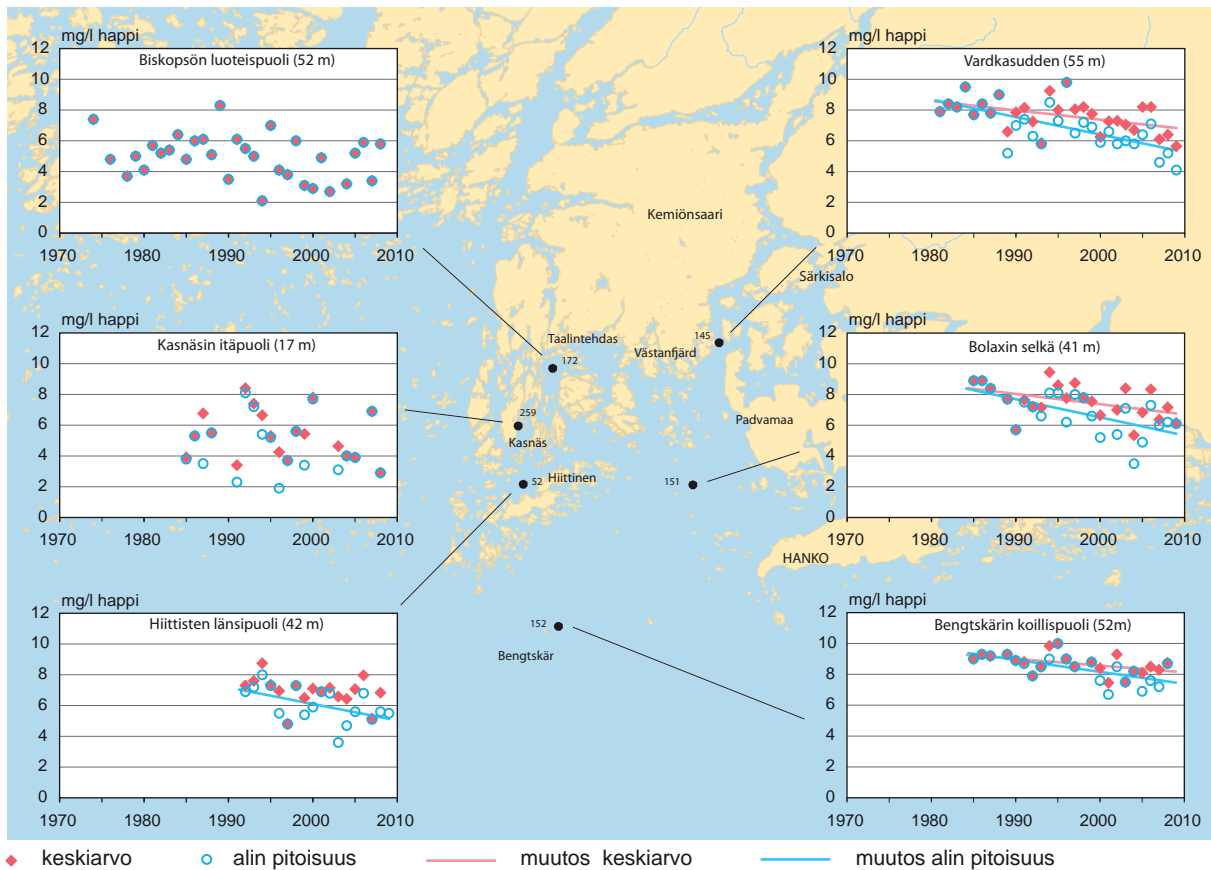
Kuva 44b. Kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä eräillä kaakkoisen Saaristomeren seurantapaikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 44c. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä erällä kaakkoisen Saaristomerren seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 44d. Pintaveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet talvella erällä kaakkoisen Saaristomerren seuranta- paikoilla vuoteen 2008 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.



Kuva 44e. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä eräillä kaakkoisen Saaristomeren seurantapaikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta riippuen. Paikan syvyys ilmoitettu sen nimen jälkeen. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Merialueen tila

Saaristomeren kaakkoisosa on fosfori- ja klorofyllipitoisuuksien mukaan lievästi rehevää tai rehevää. Ekologisen luokituksen mukaan sen tila on tyydyttävä. Pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus heinä-elokuussa on vaihdellut osa-alueen eri osissa viime vuosina 22 µg/l ja 27 µg/l välillä ja a-klorofyllin määrä 4,1 µg/l ja 5,0 µg/l välillä. Näkösyvyys on ollut 2,6 m – 4,1 m.

Kesällä fosforipitoisuus on kohonnut lähes kaikilla paikoilla ja nousu on jatkunut viime vuosiin asti. Myös talvella fosforipitoisuus on kohonnut. Typpipitoisuudessa ei sen sijaan ole tapahtunut selkeitä muutoksia (kuva 44). Kesällä typpipitoisuus on ollut laskussa Hiittisten länsipuolella pintavedessä ja Bengtskärin koillispuolella pohjanläheisen veden typpimäärä aleni 1980- ja 1990-luvuilla. Biskopsön luoteispuolella typpipitoisuus on kesällä noussut etenkin pohjanläheisessä vedessä, mutta talvella laskenut (kuva 44b ja 44d).

a-klorofyllipitoisuudet ovat nousseet suurimassa osassa seurantapaikkoja (kuva 44c). Parina viime vuotena klorofyllin määrä on kuitenkin ollut edeltäviä vuosia alempi. Näkösyvyys on pysynyt samalla tasolla tai alentunut (kuva 44c). Epäorgaanisten ravinteiden suhteen perusteella kesänaikaista kasviplanktonin tuotantoa näyttäisi säätelevän pääasiassa typpi.

Happipitoisuus on ollut pohjanläheisessä vedessä laskussa usealla seurantapaikalla. Happitilanne on huono varsinkin Kasnäsin itäpuolella (kuva 44e ja kuva 11 s. 27). Myös muualla, mm. Rosalan eteläpuolella, on pohjanläheisessä vesikerroksessa ollut loppukesällä hapenvajausta ja ajoittain hapikatoa.

Ahvenanmaan koillinen väli- ja ulkosaaristo

Sijainti ja yleispiirteet

Ahvenanmaan koillinen väli- ja ulkosaaristo rajoittuu pohjoisessa Selkämereen ja idässä Kihtiin. Eteläinen raja muodostuu Ahvenanmaan itäisen saariston kapeimmista ja matalimmista salmista, jotka toimivat samalla Selkämeren ja pohjoisen Itämeren välisenä rajalinjana. Lännessä raja kulkee Vårdösta Kastuddenin ja Simskälän kautta pohjoiseen. Alue muodostuu suurimmaksi osaksi ulkosaaristosta. Siellä on suuria ulapoita, kuten Teili, sekä runsas-saarisia alueita, jotka ovat tyypiltään välisaaristoa. Pinta-alasta yli 90 prosenttia on merta. Suuria saaria on muutamia: Seglinge, Kumlinge ja Enklinge etelässä sekä Brändö, Åva ja Jurmo idässä lähellä Kihtiä.

Kuormitus

Selkämereltä tuleva puhtaampi vesi parantaa erityisesti ulkosaariston pohjois- ja koillisosien tilaa. Veden hyvän vaihtuvuuden vuoksi paikallinen kuormitus ei vaikuta avoimiin ulkosaaristoalueisiin yhtä voimakkaasti kuin välisaaristoon, joka on veden heikomman vaihtuvuuden vuoksi herkempi paikalliselle kuormitukselle. Välisaaristossa vesi vaihtuu kuitenkin huomattavasti paremmin kuin sisäsaaristossa. Veden vaihtuvuutta rajoittavat myös pengertiet, jotka yhdistävät saaria esimerkiksi Brändössä.

Paikallinen kuormitus on peräisin kalankasvattamoista, maataloudesta ja haja-asutuksesta. Ahvenanmaan kalankasvatuslaitoksista runsas kolmasosa sijaitsee tällä alueella. Kalankasvatusta harjoitetaan erityisesti Brändössä ja Kumlingessa. Kasvattamoja on yhteensä 10, ja ne kuormittavat merialuetta vuosittain 11 tonnilla fosforia ja 90 tonnilla typpeä. Osa-alueella on noin 300 vakituista asuntoa ja yli 420 vapaa-ajanasuntoa.

Lisäksi merialuetta kuormittavat ilmalaskeuma ja paikoin sisäinen kuormitus. Alueen laajuuden ja suuren vesialan vuoksi ilmalaskeuman merkitys on melko suuri. Veden laatuun vaikuttavat todennäköisesti jonkin verran myös Suomenlahdelta ja pohjoiselta Itämereltä virtausten mukana tulevat ravinteet.

Merialueen tila

Alustavan ekologisen luokituksen mukaan merialue on pääasiassa tyydyttävässä tilassa. Lapon ja Brändön sekä Kumlingen ja Enklingen välisten välisaaristoalueiden luokitus on hyvä. Heinä-elokuussa keskimääräinen fosforipitoisuus on vaihdellut alueen eri osissa viime vuosina 13,5 ja 19 µg/l välillä ja a-klorofyllin pitoisuus 1,3 ja 2,1 µg/l välillä.

Osa-alueen eteläosassa oleva Teilin (Delet) seuranta-alue on ollut mukana seurannassa 1980-luvulta lähtien. Se sijaitsee melko lähellä Ahvenanmaan pääsaarta, mutta antaa kuitenkin edustavan kuvan kyseisen alueen ulkosaaristosta. Lisäksi Brändön ja Kustavin rajoilla Kihdin pohjoisosassa sijaitsee toinen paikka, Brändö, joka kuuluu Varsinais-Suomen ELY-keskuksen tiheään seurantaan.

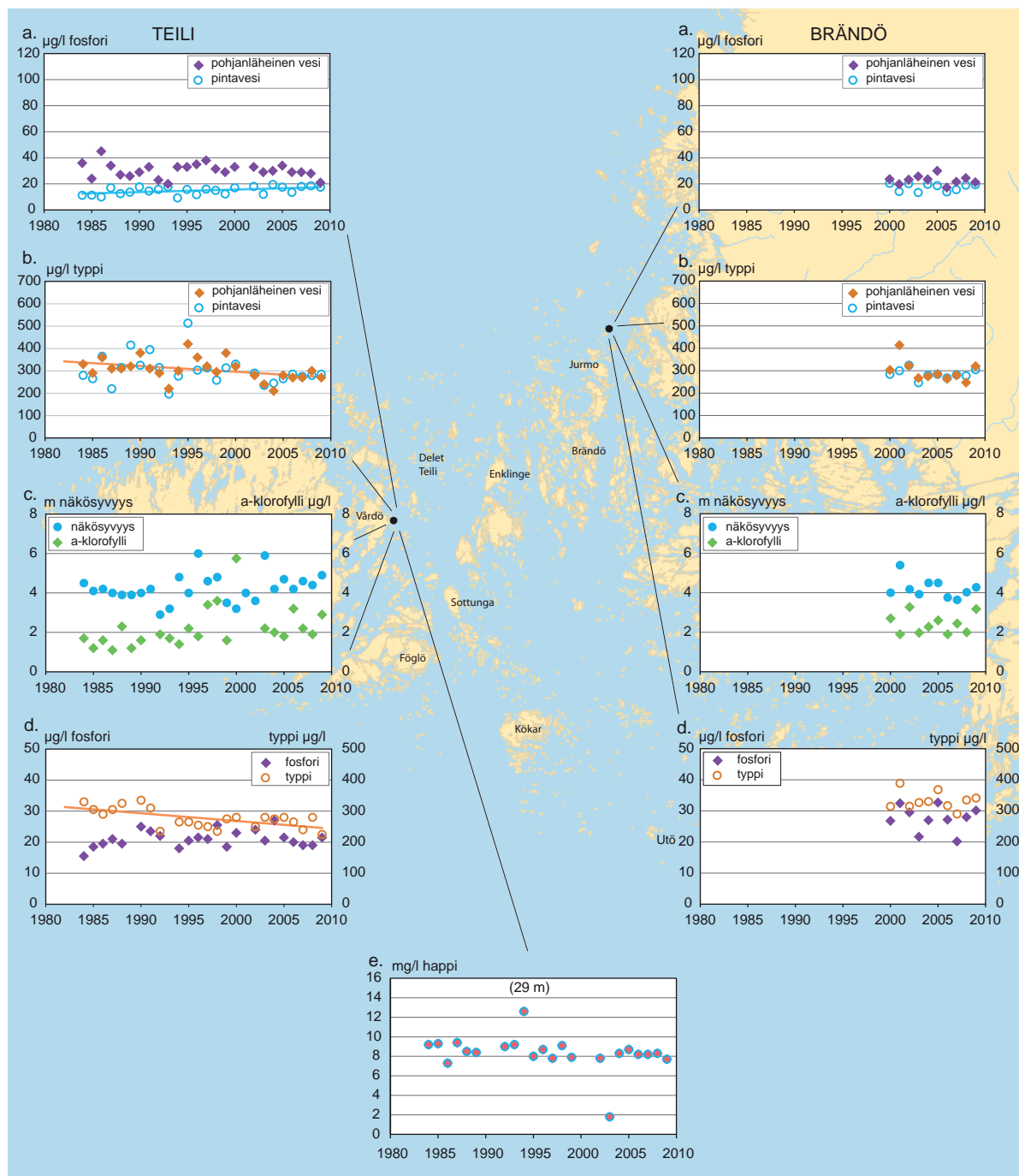
Teilin seuranta-alueen pintavedessä fosforin keskipitoisuus on loppukesällä kasvanut 1980-luvun jälkipuolen 12–13 µg:sta/l 2000-luvun 17 µg:aan/l (kuva 45). 2000-luvulla ei selkeää muutossuuntaa ole kuitenkaan osoitettavissa. Pohjanläheisen veden fosforipitoisuudessa ei ole havaittavissa muutosta pitkällä aikavälillä.

Typipitoisuus on pienentynyt pohjanläheisessä vedessä (kuva 45). Myös pintaveden typipitoisuus on ollut 2000-luvun loppukesinä keskimäärin pienempi kuin 1980- ja 1990-luvuilla, mutta muutos ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Pintaveden typipitoisuudet ovat olleet 2000-luvun kesinä alle 300 µg/l.

Näkösyyvyys on ollut elokuussa keskimäärin hieman yli neljä metriä. 2000-luvulla näkösyyvyys on ollut hieman suurempi kuin aikaisemmin (kuva 45). a-klorofyllin pitoisuuden kasvu on ollut tilastollisesti lähes merkitsevää. 1980-luvulla klorofyllin määrä oli keskimäärin 1,5 µg/l mutta 2000-luvulla 2,3 µg/l.

Talvella pintaveden typipitoisuus on pienentynyt merkitsevästi, mutta fosforipitoisuudessa ei muutoksia ole osoitettavissa (kuva 45).

Brändön seuranta-alueella on otettu näytteitä ainoastaan 2000-luvulla, eikä pitoisuuksissa tai näkösyyvydessä ole tapahtunut muutoksia (kuva 45). Sekä fosfori- että typipitoisuus on talvisin suurempi Brändössä kuin Teilin seuranta-alueella.



Kuva 45. Veden laadun kehitys Teilin ja Brändön seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta ja muuttujasta riippuen. a) kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, b) kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, c) pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä, d) pintaveden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus talvella, e) pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä, paikan syvyys merkitty kuvaan. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Ahvenanmaan itäinen ja kaakkoinen väli- ja ulkosaaristo

Sijainti ja yleispiirteet

Alue rajoittuu pohjoisessa Ahvenanmaan koilliseen saaristoon ja idässä Kihtiin. Etelässä vastassa on Pohjois-Itämeri ja lännessä Manner-Ahvenanmaa ja sen eteläinen merialue. Alue liittyy saumatomasti eteläisen Saaristomeren osa-alueeseen. Alue on pääasiassa ulkosaaristoa, mutta Kökarin ja Föglön pääsaarten vedet ovat välisaaristoa kuten myös Föglön ja Lumparlandin välinen merialue. Merialueen pinta-alasta yli 90 % on merta. Suurimmat saaret ovat Föglö, Kökarin pääsaaret ja Sottunga.

Kuormitus

Paikallinen kuormitus tulee pääasiassa kalankasvatuksesta, mutta merta kuormittavat myös maatalous ja haja-asutus. Föglössä on runsaasti kalankasvattamoja. Niiden fosforipäästöt olivat vuonna 2009 14,5 tonnia ja typpipäästöt 117 tonnia. Osa-alueella on 435 vakituista asuntoa ja 940 vapaa-ajanasuntoa. Suurin osa asunnoista (sekä vakituisista asunnoista että vapaa-ajanasunnoista) sijaitsee Föglön, Kökarin, Sottungan ja Kumlingen suurimmilla saarilla. Föglöllä, Kökarilla ja Sottungalla on omat jätevedenpuhdistamot. Kumlingeeseen suunnitellaan uutta puhdistamo.

Keskeisellä sijalla on muualta tuleva kuormitus. Laajasta merialasta johtuen ilmalaskeuma on suurta. Ympäröiviltä merialueilta virtausten tuomilla ravinteilla on huomattava merkitys erityisesti itäisessä ja kaakkoisessa ulkosaaristossa.

Merialueen tila

Alustavan ekologisen luokituksen mukaan alueen tila on tyydyttävä. Vain Föglön ja Lumparlandin välinen merialue on luokiteltu hyväksi. Heinäelokuussa pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus on vaihdellut alueen eri osissa viime vuosina 17 µg/l ja 23 µg/l välillä ja a-klorofyllin pitoisuus 1,5 µg/l ja 3,4 µg/l välillä.

Suolapitoisuuden perusteella Itämeren pääallas vaikuttaa koko alueeseen. Suolapitoisuus on huomattavasti suurempi kuin Hammarlandin/Eckerön lounaispuolella sijaitsevalla merialueella.

Veden laatua on mitattu pidemmän aikaa kahdella paikalla. Niistä toinen (Ropansanken) sijaitsee Föglön ja Kökarin välissä ja toinen (Kihti) Kumlingen kaakkoispuolella. Kihti on Ahvenanmaan merialueen vanhin veden laadun mittauspaikka.

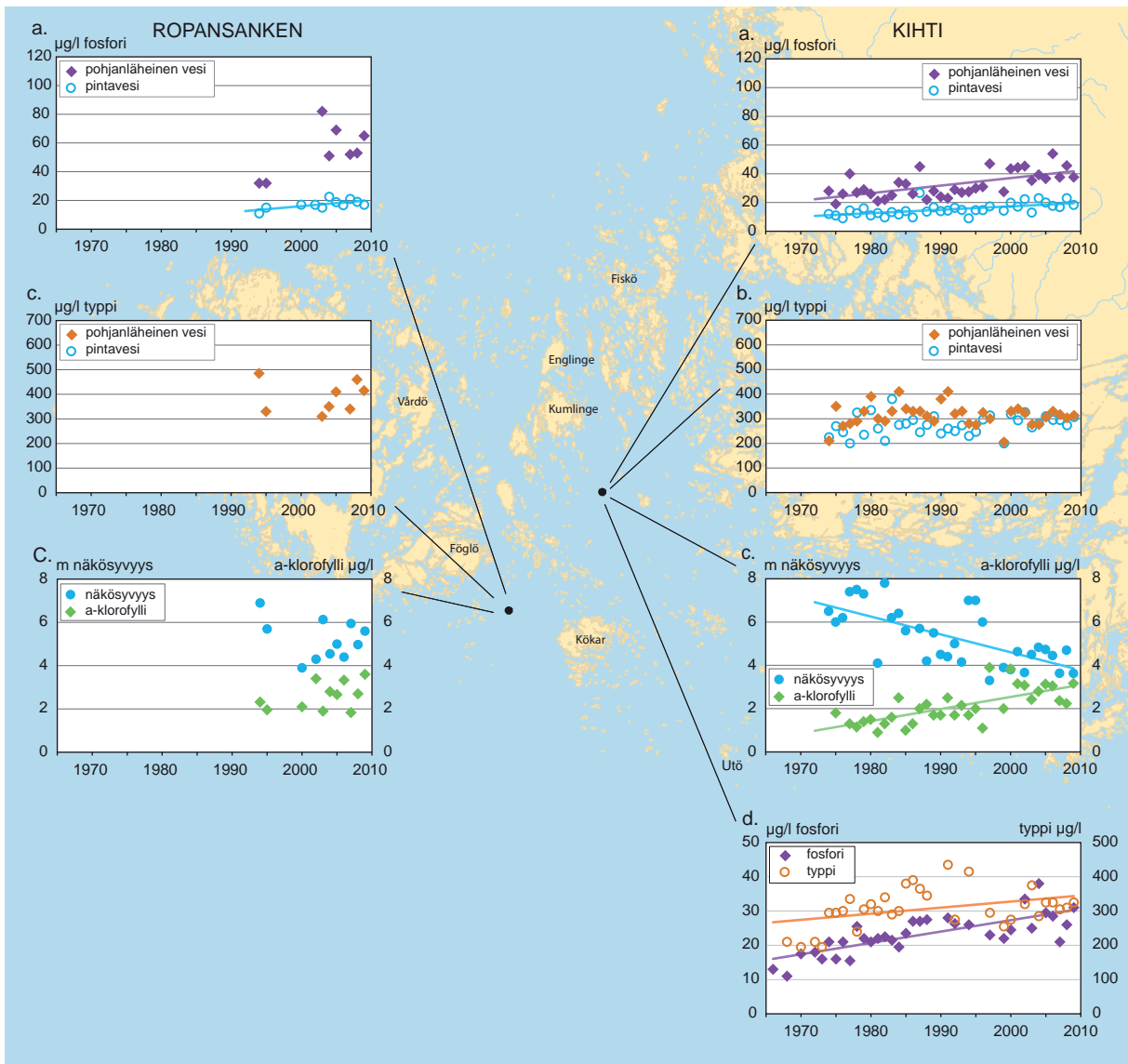
Kihdin seuranta paikalla fosforipitoisuus on noussut kesällä sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä (kuva 46). Pintaveden fosforipitoisuus oli 1970-luvun lopussa keskimäärin 11 µg/l, kun nykyinen keskiarvo on noin 19 µg/l. Pohjanläheisessä vedessä muutos on ollut vielä suurempi.

Typpipitoisuus ei ole kesällä muuttunut mainitavasti, kun taas talvella sekä fosfori- että typpipitoisuus ovat kasvaneet (kuva 46). Typpipitoisuus kasvoi talvella 1990-luvun alkuun saakka, mutta on laskenut sen jälkeen.

Kihdillä a-klorofyllin pitoisuus on kasvanut ja näkösyvyys on pienentynyt (kuva 46). Klorofyllin määrä on kaksinkertaistunut 1970-luvun loppupuolen 1,4 µg:sta/l 2000-luvun 2,8 µg:aan/l. Samalla aikavälillä näkösyvyys on laskenut 6,9 metristä 4,2 metriin. 2000-luvulla klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys ovat pysyneet jokseenkin vakaina.

Ropansankenin seuranta paikalla (kuva 46) otetaan näytteitä jopa 95 metrin syvyydestä. Ensimmäiset näytteet haettiin vuonna 1993, mutta säännöllinen seuranta aloitettiin vasta vuonna 1999. Fosforipitoisuus on ollut sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä 2000-luvun kesinä suurempi kuin 1990-luvun puolivälissä (kuva 46). Pintavedessä kasvusuuntaus on ollut tilastollisesti merkitsevä. Typpipitoisuus ei ole muuttunut seurantajakson aikana (kuva 46).

Ropansankenissa a-klorofyllin pitoisuus ei ole muuttunut viime vuosina, mutta 2000-luvulla määrät ovat olleet suurempia kuin 1990-luvun puolivälissä (kuva 46). Näkösyvyys on ollut koko ajan keskimäärin viitisen metriä, eikä siinä ole havaittavissa muutosta. Happpitilanne on ollut näytteenotto vuosina erittäin hyvä (ei kuvaa), lukuun ottamatta syyskuuta 2006, jolloin pohjanlähesien veden happipitoisuus oli 3,2 mg/l ja kokonaisfosforinkin määrä tavanomaista korkeampi (100 µg/l). Tosin nämä näytteet otettiin normaalia myöhemmin syyskuussa, mikä on voinut vaikuttaa tulokseen.



Kuva 46. Veden laadun kehitys Ropansankenin ja Kihdin seurantapaikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta ja muuttujasta riippuen. a) kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, b) kokonaistyyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, c) pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä, d) pintaveden kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus talvella. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Ahvenanmaan pääsaaren sisä- ja välisaaristo

Sijainti ja yleispiirteet

Osa-alue käsittää Manner-Ahvenanmaan ja sen merialueet. Maan osuus pinta-alasta (75 prosenttia) on huomattavasti suurempi ja veden osuus (25 prosenttia), joten alue poikkeaa täysin Ahvenanmaan muista osa-alueista. Alueeseen kuuluu sisä- ja välisaaristoa, ja vesi vaihtuu hitaammin kuin ulompana sijaitsevilla osa-alueilla. Vesi on matalaa, mutta myös melko syviä vesialueita on runsaasti.

Kuormitus

Koko sisä- ja välisaaristoalue on veden heikon vaihtuvuuden vuoksi altis paikalliselle kuormitukselle. Poikkeuksena voidaan mainita Maarianhaminan Svibyvikin, joka on pieni ja matala lahti ja jossa veden vaihtuvuuteen vaikuttaa ainakin ajoittain voimakkaasti Möckelbybäckenin tuoma lisävirtaus. Ulompana Svibyvikinissä vilkas laivaliikenne aiheuttaa voimakkaita veden liikkeitä, jotka sekoittavat vesimassaa.

Maatalous ja haja-asutus ovat maalta tulevan kuormituksen suurimpia lähteitä. Ahvenanmaan suurin vedenpuhdistamo, Maarianhaminassa sijaitseva Lotsbroverket, laskee käsitellyt jätevetensä Svibyvikenin ulko-osaan. Lotsbroverketissä käsitellään nykyään myös usean muun kunnan jätevedet (Finström, Saltvik, Hammarland ja Sund), mutta muun muassa Getassa, Lumparlandissa ja Eckerössä on omat pienet puhdistamonsa, jotka toimivat edelleen. Myös Godbyssä toimivalla Chips Ab:llä on oma puhdistamo.

Näiden kuormituslähteiden lisäksi ravinteita lisäävät mereen luonnonhuhouma ja sisäinen kuormitus. Sisäinen kuormitus on ilmeisesti merkittävin ravinnelähde Kaldersfjärdenin sisälähdellä. Kesäkuukausina koko pääsaaren eteläiseen merialueeseen vaikuttaa myös veneily. Ilmalaskeuman merkitys on vähäisempi kuin Ahvenanmaan muilla osa-alueilla, koska merta on huomattavasti vähemmän kuin muilla osa-alueilla.

Merialueen tila

Veden tila vaihtelee alueella suuresti. Alustavan ekologisen luokituksen mukaan merialueet ovat suurimmaksi osaksi tyydyttävässä tilassa. Jotkin alueet ovat tilaltaan huonoja, mutta pari erinomaiseksi luokiteltua vesialuetakin löytyy. Keskimääräinen fosforipitoisuus on vaihdellut alueen

eri osissa viime vuosina 15 µg/l ja 145 µg/l välillä ja a-klorofyllin pitoisuus 2 µg/l ja 98 µg/l välillä.

Ekologinen tila on huonoin Kaldersfjärdenin–Ämnäsvikenin–Jomalavikenin lahtialueella, Ödskarbyvikinissä ja Maarianhaminan Svibyvikenin sisäosassa. Myös Vandöfjärden, Lillfjärden ja Orrfjärden ovat varsin rehevöityneitä. Edellä mainituista Kaldersfjärden ja Ämnäsviken ovat Ahvenanmaan rehevöityneimpiä merenlahtia, ja niiden tila on huono. Muiden mainittujen tila on välttävä. Näillä alueilla fosforin, typen ja a-klorofyllin pitoisuudet ovat suurimmat ja näkösyvyys huono. Voimakas rehevöityminen johtuu paljolti siitä, että monet vesialueet ulottuvat syvälle pääsaaren sisäosiin, missä vesi vaihtuu huonosti ja hajakuormitus ja sisäinen kuormitus ovat suuria.

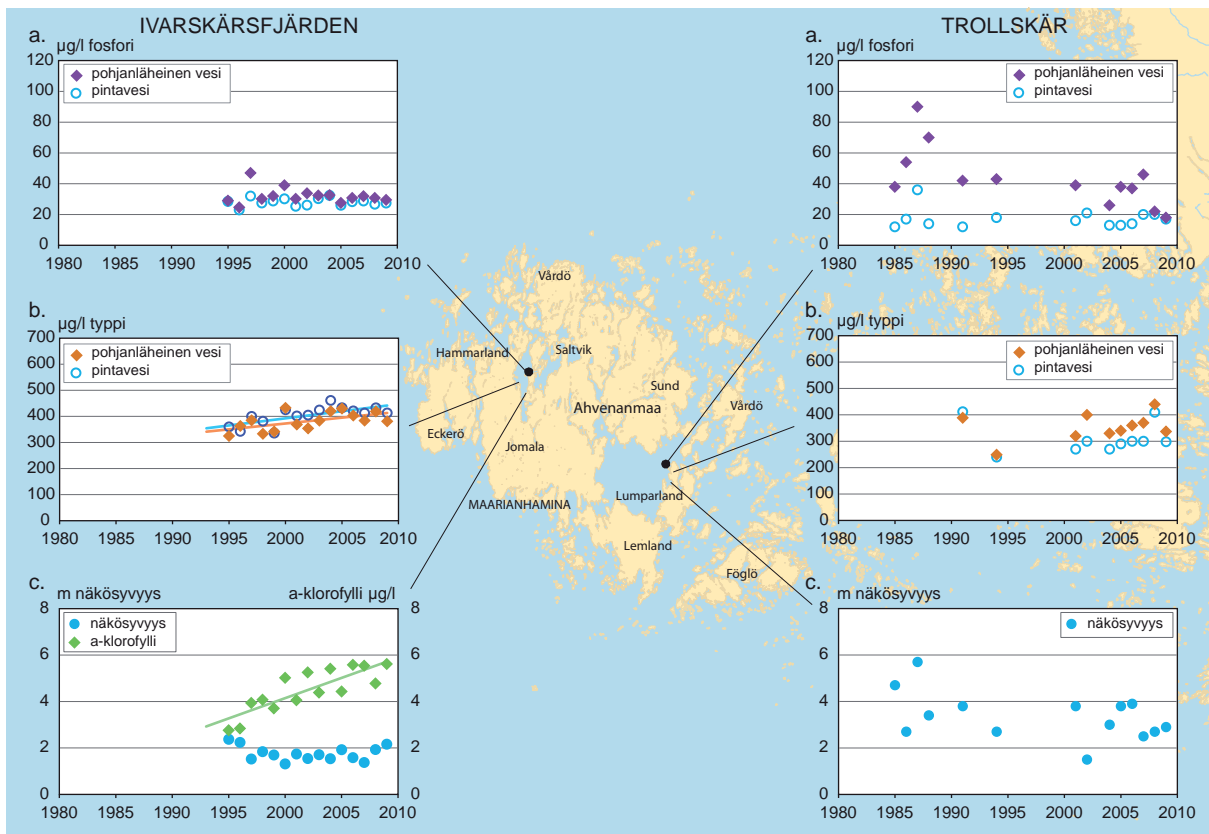
Pohjoisosan Bönäsfjärdenin ja idässä sijaitsevan Bussöfjärdenin luokitus on erinomainen. Lumparn ja muut vesialueet, mukaan lukien suuri osa luoteista sisä- ja välisaaristoa, on luokiteltu tyydyttäväksi. Lumparn on suuri ja avoin sisäsaaristoalue, jossa vesi vaihtuu paremmin ja veden laatu on siksi parempi kuin ympäröivissä sisälähdissä. Lumparnin keskisyvyys on noin 20 metriä.

Osa-alueella on kaksi seurantapaikkaa, joilta näytteitä on otettu pidemmän aikaa. Niistä toinen sijaitsee Ivarskärsfjärdenissä luoteisella manner-Ahvenanmaalla ja toinen (Trollskär) Lumparnin itäreunalla.

Ivarskärsfjärdenin tulokset kertovat luoteisen sisä- ja välisaariston tilasta. Joillakin sisemmällä vesialueilla veden laatu on tosin huonompi. Ravinteista fosforin kokonaismäärässä ei ole havaittavissa minkäänlaista muutossuuntaa, kun taas typen kokonaismäärä on kasvanut sekä pintavedessä että pohjanläheisessä vedessä (kuva 47). Kasvu näyttää kuitenkin tasaantuneen viime vuosina.

a-klorofyllin pitoisuus on kasvanut Ivarskärsfjärdenillä melko paljon viimeisten 15 vuoden aikana (kuva 47). 1990-luvulla klorofylliä oli keskimäärin 3,5 µg/l, mutta viime vuosina pitoisuus on noussut keskimäärin 5,2 µg:aan/l. Näkösyvyydessä ei ole havaittavissa selvää muutosta (kuva 47). Haptilanne on ollut koko ajan hyvä.

Koillisen Lumparnin alueelta (Trollskär) on vedenlaatutietoja 1980-luvulta, 1990-luvun alusta ja jälleen 2000-luvulta. Fosfori- ja typpipitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää muutosta suuntaan tai toiseen. Näkösyvyydessä on lievä laskeva suuntaus, mutta näkösyvyys on edelleen keskimäärin kolmisen metriä (kuva 47). Trollskäristä ei valitettavasti ole mitattu a-klorofylliä.



Kuva 47. Veden laadun kehitys Ivarskärsfjärdenin ja Trollskärin seuranta- paikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta ja muuttujasta riippuen. a) kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, b) kokonaistyppipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, c) pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Ahvenanmaan eteläinen, läntinen ja pohjoinen ulkosaaristoalue

Sijainti ja yleispiirteet

Osa-alue käsittää Ahvenanmaan pääsaaren etelän-, lännen- ja pohjoisenpuoliset merialueet. Se on ulkosaaristoa lukuun ottamatta pääsaaren rannanläheisiä vesiä. Saaret ovat melko pieniä, ja yli 92 prosenttia pinta-alasta on merta. Vedet ovat syvempiä kuin muilla osa-alueilla. Pääsaaren etelä- ja länsipuolella Ahvenanmerellä syvyys kasvaa nopeasti yli 200 metriin.

Kuormitus

Ulkosaaristoon vaikuttaa voimakkaasti ympäröivien merialueiden tila. Maalta tuleva kuormitus on peräisin lähinnä maataloudesta ja haja-asutukses-

ta, ja pääsaaren suojaisissa lahdissa sen vaikutus voi olla merkittävä.

Maarianhamina ympäristöineen vaikuttaa kaupungin kaakkois- ja lounaispuolen lahtiin eli lounaisaaristoon. Kuormituslähteisiin kuuluvat muun muassa vedenpuhdistamo (Lotsbroverket), liikenne sekä telakka- ja satamatoiminta. Ulkosaaristo alkaa heti Maarianhaminan ulkopuolella: vedet muuttuvat avoimiksi, ja saaria on vain muutama.

Osa-alueen kaksi merkittävintä kuormituslähdettä ovat todennäköisesti ilmalaskeuma sekä ympäröivältä mereltä virtausten mukana tulevat ravinteet. Sisäisen kuormituksen suuruudesta ei ole tietoa. Veden laadun paraneminen ulkosaaristossa riippuu pääasiassa koko Itämeren tilasta ja sen muutoksista.

Merialueen tila

Useimpien ulkosaaristoalueiden ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi. Suolapitoisuuden perusteella näyttää siltä, että Selkämeren lounaisosa vaikuttaa osa-alueen pohjoisosiin. Suolapitoisuus on huomattavasti pienempi pohjoisessa kuin etelässä. Itämeren pääaltaan tila puolestaan vaikuttaa osa-alueen eteläosiin. Sinileväkukinnat ilmaantuvatkin ensimmäiseksi yleensä juuri eteläosan ulkosaaristoalueelle, mutta viime vuosina leväkukintoja on tavattu myös alueen pohjois- ja luoteisosissa.

Heinä-elokuussa pintaveden keskimääräinen fosforipitoisuus on vaihdellut alueen eri osissa viime vuosina 12 µg/l ja 17 µg/l välillä ja a-klorofyllin pitoisuus 1,7 µg/l ja 3,3 µg/l välillä.

Osa-alueella on kaksi seurantapaikkaa, joilta näytteitä on otettu pidemmän aikaa: Marhällan Maarianhaminan lounaispuolella avomeren partaalla ja Bockskär luoteisen väli- ja sisäsaariston ulko-osissa.

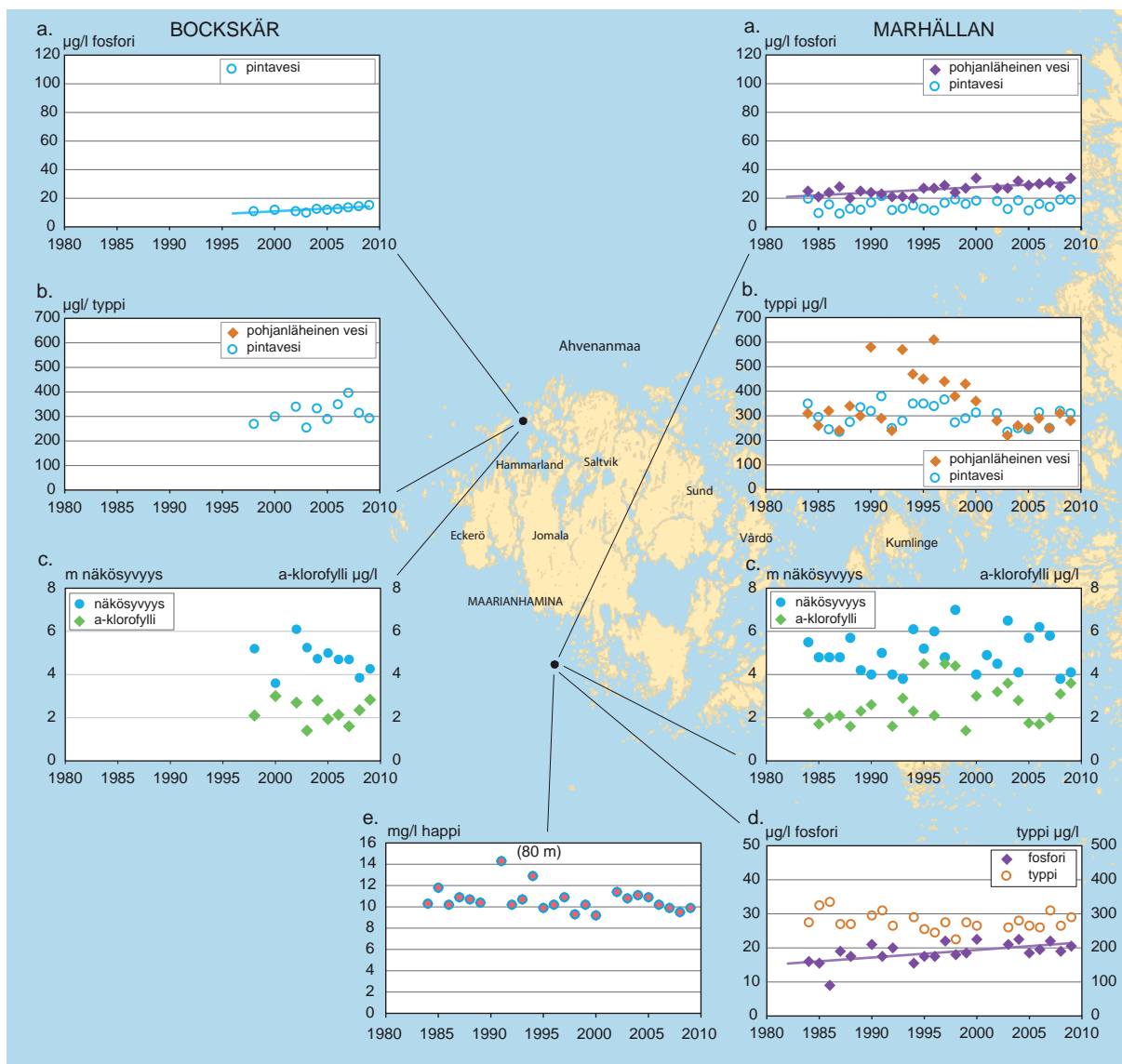
Marhällanilla pohjanläheisen veden fosforipitoisuus on kasvanut loppukesällä tilastollisesti merkitsevästi. Pintaveden fosfori- ja typpipitoi-

suuksissa, näkösyvytydessä ja a-klorofyllin pitoisuudessa ei sen sijaan ole tapahtunut merkitseviä muutoksia (kuva 48). Sekä pintaveden että pohjanläheisen veden typpipitoisuus on kuitenkin ollut 2000-luvulla pienempi kuin 1990-luvulla. Klorofyllipitoisuudet ovat olleet 1990- ja 2000-luvuilla keskimäärin suurempia kuin 1980-luvulla. Näkösyvyys on pysynyt koko ajan keskimäärin viidesä metrissä. Talvella fosforipitoisuus on kasvanut melko tasaisesti viimeisten 25 vuoden aikana, mutta typpipitoisuus ei ole muuttunut mainittavasti (kuva 48). Pohjanläheisen veden happitilanne on ollut Märhällanilla loppukesäisin koko ajan hyvä.

Bockskärissä fosforipitoisuus on kasvanut kesällä merkitsevästi (kuva 48). Viime vuosina fosforia on ollut pintavedessä keskimäärin 14 µg/l. Typpipitoisuuden, a-klorofyllin pitoisuuden ja näkösyvytyden osalta ei ole havaittavissa tilastollisesti merkitsevää muutosta (kuva 48). Klorofyllin pitoisuus on ollut koko seurantajaksolla keskimäärin 2,2 µg/l ja näkösyvytyys noin 4,7 metriä. Kaiken kaikkiaan arvot ovat melko samanlaisia kuin Marhällanilla.

Kuva: Asko Sydänoja





Kuva 48. Veden laadun kehitys Bockskärin ja Marhällanin seurantapaikoilla vuoteen 2009 asti. Havaintosarjojen alkuvuosi vaihtelee paikasta ja muuttujasta riippuen. a) kokonaisfosforipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, b) kokonaistypipitoisuus kesällä pintavedessä ja pohjanläheisessä vedessä, c) pintaveden a-klorofyllipitoisuus ja näkösyvyys kesällä, d) pintaveden kokonaisfosfori- ja kokonaistypipitoisuus talvella, e) pohjanläheisen veden happipitoisuuden keskiarvo ja alin mitattu pitoisuus kesällä, paikan syvyys merkitty kuvaan. Viivat kuvaavat tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Tiivistelmä

Tässä raportissa tarkastellaan Saaristomeren ja Ahvenmaan merialueen kuormitusta ja tilaa ja niissä viime vuosikymmeninä tapahtuneita muutoksia vuosiin 2008 ja 2009 saakka. Pääpaino on ravinnekuormituksessa ja veden laadussa, mutta mukana on taustatietoa ja muun muassa katsaus kalakannoista.

Saaristomerellä tarkoitetaan raportissa merialuetta, joka ulottuu Varsinais-Suomen rannikolta Ahvenanmaan pääsaarelle asti. Idässä rajana on Halikonlahti ja Hangon läntinen selkä, pohjoisessa alue ulottuu Kustavin pohjoispuolelle Kuliluodon tasalle. Pohjoisen Itämeren, Ahvenanmeren ja Selkämeren vastainen raja kulkee lähellä Suomen sisäisten aluevesien ulkorajaa.

Kuormitus

Saaristomerelle tulee ravinteita paikallisista lähteistä ja ilmapvirtausten ja merivirtojen mukana kauempaa. Suurin osa Varsinais-Suomen puoleista Saaristomerta kuormittavasta fosforista on peräisin maataloudesta. Ilmalaskeuman ja luonnonhuuhtouman osuudet ovat 10 prosentin molemmin puolin. Haja-asutus tuottaa fosforikuormituksesta 7 % ja yhdyskuntajätevedet ja kalankasvatus kumpikin noin 4 %. Metsätalouden ja teollisuuden osuudet jäävät alle prosentin. Typpikuormitusta tulee eniten ilmalaskeumana ja maataloudesta, kummastakin reilu kolmasosa. Luonnonhuuhtouman osuus mereen päätyvän typen kokonaismäärästä on runsas kymmenesosa ja yhdyskuntajätevesien vajaa kymmenesosa. Muiden kuormituslähteiden osuudet vaihtelevat muutamasta promilista pariin prosenttiin.

Ahvenanmaan merialueen fosforikuormituksesta lähes 60 % on peräisin ilmalaskeumasta ja vajaa 30 % kalankasvatuksesta. Muiden kuormituslähteiden osuudet fosforikuormituksesta vaihtelevat muutamasta promilista viiteen prosenttiin. Typpikuormituksesta ilmalaskeuma muodostaa valtaosan, noin 80 %. Kalankasvatuksesta ja maatalou-

desta tyypeä tulee kummastakin 7 – 8 %. Muiden kuormituslähteiden osuudet ovat pienempiä. Ilmalaskeuman suuri osuus Ahvenanmaalla johtuu merialueen laajuudesta.

Eri kuormituslähteiden vaikutusalueissa on eroja. Iso osa ravinteista tulee mereen mantereen valuma-alueelta jokivesien mukana. Vaikka jokien tuoma hajakuormitus kulkeutuukin ajan mittaan laajalle alueelle, on hajakuormituksen vaikutus suurin rannikon lähellä ja sisäsaaristossa. Yhdyskuntajätevedet vaikuttavat eniten sisäsaaristossa suurten asutuskeskusten lähivesissä. Kalankasvatus on keskittynyt väli- ja ulkosaaristoon sekä Ahvenanmaalla että Varsinais-Suomessa. Suuri osa ilmalaskeumasta tulee kaukokulkeumana. Osa ilmalaskeuman tyypestä on peräisin paikallisesta teollisuudesta ja maa- ja vesiliikenteestä.

Virtaukset kuljettavat Saaristomerelle Suomenlahdelta ja etelämpää Itämereltä paljon ravinteita. Ne rehevöittävät eniten kaakkoista ja eteläistä Saaristomerta. Selkämeren läheisyys parantaa Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen pohjoisosien tilaa. Sisäinen kuormitus on todennäköisesti tärkeä kuormittaja, mutta sen suuruudesta ei ole toistaiseksi luotettavia arvioita.

Saaristomeren Varsinais-Suomen puoleiselle merialueelle tuli paikallisista lähteistä ja ilmalaskeumana vuosittain keskimäärin 530 tonnia fosforia ja 9200 tonnia tyypeä vuosina 2005 - 2009. Fosforikuormitus oli 8 % ja typpikuormitus 17 % pienempi kuin vuosina 1990 - 1995. Typen kokonaiskuormituksen vähenemiseen on eniten vaikuttanut ilmalaskeuma, joka on pienentynyt 20 %. Kalankasvatuksen ja teollisuuden fosfori- ja typpipäästöt sekä yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen typpipäästöt ovat myös vähentyneet huomattavasti 1990-luvun alkupuolen jälkeen. Jokien ravinnekuormituksessa, josta suurin osa on peräisin maataloudesta, ei ole havaittavissa muutoksia parina viime vuosikymmenenä lukuun ottamatta Uskelanjokea, jonka kuormitus on ollut lievässä laskusuunnassa 2000-luvulla. Jokien kiintoainepi-

toisuus on ollut viimeisen 10 vuoden aikana selvässä laskusuunnassa.

Ahvenanmaan merialueen vuosittainen fosforikuormitus oli keskimäärin 100 tonnia ja typpikuormitus 3640 tonnia vuosina 2005 – 2009. Paikallisista lähteistä tuli fosforia 42 tonnia ja typpeä 750 tonnia. Fosforikuormitus väheni 24 % ja typpikuormitus 11 % verrattuna vuosiin 1994 – 1998. Eniten väheni kalankasvatuksen ja yhdyskuntajätevesien ravinnekuorma.

Hajakuormituksessa on tapahtunut viime vuosikymmeninä selviä vuodenaikaisia muutoksia. Viimeisten parikymmenen vuoden aikana (1990 – 2009) jokien mereen tuoma ravinne- ja kiintoainekuormitus on ollut talvisin ja syksyisin selvästi suurempaa kuin edeltävinä vuosikymmeninä (1970 – 1989). Talviaikaisen kuormituksen lisääntyminen antaa viitteitä ilmastomuutoksen mukanaan tuomista muutoksista. Kuormituksen kasvu johtuu aiempaa lauhemmista talvista, joiden vaikutuksesta valumavesien ja niiden mukana huuhtoutuvien ravinteiden määrä on lisääntynyt. Kuormituksen lisääntyminen syksyisin johtuu pelkästään ravinne- ja kiintoainepitoisuuksien kasvusta, sillä jokien virtaamat eivät ole olleet aiempaa suurempia.

Veden laatu ja sen muutokset

Veden laatu ja merialueen tila vaihtelevat Saaristomeren ja Ahvenanmaan saariston eri osissa. Varsinais-Suomen puolella meri on rehevintä Turun edustalla ja mantereeseen työntyvissä suurissa lahdissa, joita kuormittavat erityisesti jokien tuoma hajakuormitus. Ravinteiden ja planktonlevien määrät ovat suurimmat Halikonlahden ja Raisionlahden perukoissa. Ahvenanmaalla puolestaan pääsaaren monet sisälahdet ovat voimakkaasti rehevöityneitä paikallisen hajakuormituksen vaikutuksesta.

Veden laatu paranee siirryttäessä sisäsaaristosta väli- ja ulkosaaristoon. Ravinteiden ja levien määrä on pienimmillään ja vedet kirkkaimpia Ahvenanmaan länsi- ja pohjoispuolella sekä Varsinais-Suomen ja Ahvenanmaan välisen ulkosaariston keski- ja pohjoisosissa Kihdin – Teilin alueella. Siellä paikallinen kuormitus on pientä ja varsinkin alueen pohjoisosissa Selkämeren niukkaravinteiset vedet lähellä. Sen sijaan kaakkoisen ja eteläisen Saaristomeren ulkosaaristossa (Kemiönsaaren eteläosassa ja Nauvon ja Korppoon pääsaarten eteläpuolisilla merialueilla) ravinnepitoisuudet ja levämäärät ovat suurempia kuin pohjoisemmilla ulkosaaristoalueilla. Tähän ovat syynä pääasiassa Suomenlahdelta ja etelämpää Itämereltä virtausten mukana tulevat ravinteet. Näkösyvyys on eteläisen

Saaristomeren ulko- ja länsiosissa kuitenkin samaa luokkaa kuin pohjoisessa ulkosaaristossa.

Saaristomeren ja Ahvenanmaan saariston suolapitoisuus vaihtelee alueellisesti, ajallisesti ja syvyyden mukaan. 1960-luvun jälkipuoliskolla ja 1970-luvulla suolapulssit nostivat koko Itämeren suolapitoisuutta. Saaristomeren suolapitoisuus oli huipussaan 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa. 1980-luvulla pitoisuus laski suurten suolapulssien puuttuessa. 1990-luvun alkupuolen jälkeen suolapitoisuuden lasku tasaantui ja sen jälkeen muutokset ovat olleet pieniä.

Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen tila on heikentynyt huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Erityisesti fosforin ja a-klorofyllin määrät ovat kasvaneet ja näkösyvyys pienentynyt. Pintaveden fosforipitoisuuden kasvu on laantunut viimeisen kymmenen vuoden aikana suurimmassa osassa aluetta, mutta pohjanläheisessä vesikerroksessa ja talvella fosforipitoisuuden nousu on jatkunut monin paikoin viime vuosiin asti. Myös a-klorofyllipitoisuus on kasvanut ulko- ja välisaaristossa 2000-luvullakin. Viime vuosina klorofyllipitoisuuden kasvu on kuitenkin laantunut tai pitoisuus laskenut varsinkin rannikonläheisissä vesissä. Typpipitoisuus on muuttunut vähemmän kuin fosforin ja klorofyllin määrät. Talvella typpipitoisuus on kasvanut usealla alueella sisäsaaristossa.

Vaikka Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen tilassa on ollut viime aikoina nähtävissä myönteisiäkin merkkejä, on niiden tila edelleen huolestuttava. Ainoa keino Saaristomeren tilan parantamiseksi on kuormituksen huomattava vähentäminen. Vähentäminen koskee niin paikallisia ravinnelähteitä, erityisesti maataloutta, kuin muualta Itämereltä virtausten mukana tulevia ravinteita ja ilmalaskeumaa.

Lähteet

- Förvaltningsplan för avrinningsdistriktet Åland. Ålands landskapsregering 2009. (http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialomiljo/NY_del_1_forvaltningsplan_jan.pdf) (http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialomiljo/del_2_forvaltningsplan_jan.pdf)
- Jumppanen, Kyösti, Mattila, Johanna 1994. Saaristomeren tilan kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät. Julkaisu / Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys, 82. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys.
- Kirkkala, Teija 1998. Miten voit Saaristomeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 1. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
- Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015 : yhteistyöllä parempaan vesienhoitoon 2009. Ympäristöministeriö.
- Suomela, Janne 2001. Saaristomeren tila vuosituhannen vaihteessa. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 20, 2001. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
- Suomela, Janne, Sydänoaja, Asko 2006. Saaristomeren tila - Skärgårdshavets tillstånd 2005. Katsaus. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
- Varsinais-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015. 2009. (<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=112398&lan=fi>)
- Vattemiljön kring Åland : miljötillståndsrapport 1999. Red. Charlotta Nummelin. Husö biologiska station och Ålands landskapsstyrelse 2000.
- Åtgärdsprogram för Ålands kust-, yt- och grundvatten 2009 – 2015. Ålands landskapsregering 2009. (http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialomiljo/del_1_atgardsprogram_jan.pdf) (http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialomiljo/del_2_atgardsprogram_jan.pdf)

KUVAILEHTI

Julkaisusarjan nimi ja numero Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2011				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät		Julkaisuaika Maaliskuu 2011		
		Julkaisija Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja		
Julkaisun nimi Kirkkaasta sameaan Meren kuormitus ja tila Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla (Från klart till grumligt Belastningen på havet och tillståndet i Skärgårdshavet och Ålands havsområdet)				
Tiivistelmä <p>Tässä raportissa tarkastellaan Saaristomeren ja Ahvenmaan merialueen kuormitusta ja tilaa ja niissä viime vuosikymmeninä tapahtuneita muutoksia vuosiin 2008 ja 2009 saakka. Pääpaino on ravinnekuormituksessa ja veden laadussa, mutta mukana on taustatietoa ja muun muassa katsaus kalakannoista.</p> <p>Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen tila on heikentynyt huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Erityisesti fosforin ja a-klorofyllin määrät ovat kasvaneet ja näkösyvyys pienenentynyt. Viimeisen kymmenen vuoden aikana pintaveden fosforipitoisuuden kasvu on laantunut suurimmassa osassa aluetta, mutta pohjanläheisessä vesikerroksessa ja talvella fosforipitoisuus on jatkanut kasvuaan monin paikoin viime vuosiin asti. Myös a-klorofyllin määrä on lisääntynyt ulko- ja välisaaristos- sa 2000-luvullakin. Viime vuosina klorofyllipitoisuuden kasvu on kuitenkin laantunut tai pitoisuus laskenut varsinkin rannikonlä- heisissä vesissä.</p> <p>Merialueen suurin paikallinen ravinnekuormittaja on maatalous, mutta varsinkin tyypeä tulee runsaasti myös ilmalaskeumana. Sisäinen kuormitus ja virtausten mukana Suomenlahdelta ja muualta Itämereltä tulevat ravinteet heikentävät niin ikään meri- alueen tilaa. Muita ravinnelähteitä ovat mm. haja-asutus, jätevedenpuhdistamot ja kalankasvatus. Ahvenanmaan merialueelle ravinteita tulee enemmän muualta kuin Ahvenanmaalta.</p> <p>Hajakuormituksessa on tapahtunut viime vuosikymmeninä selviä vuodenaikaisia muutoksia. Vuosina 1990 – 2009 jokien mereen tuoma ravinne- ja kiintoainekuormitus on ollut talvisin ja syksyisin selvästi suurempaa kuin vuosina 1970 – 1989. Talvi- aikaisen kuormituksen lisääntyminen johtuu aiempaa lauhemmista talvista, ja antaa viitteitä ilmastonmuutoksen mukanaan tuomista muutoksista.</p> <p>Vaikka Saaristomeren ja Ahvenanmaan merialueen tilassa on ollut viime aikoina nähtävissä myönteisiäkin merkkejä, on niiden tila edelleen huolestuttava. Ainoa keino merialueen tilan parantamiseksi on kuormituksen huomattava vähentäminen. Vä- hentäminen koskee niin paikallisia ravinnelähteitä, erityisesti maataloutta, kuin muualta Itämereltä virtausten mukana tulevia ravinteita ja ilmalaskeumaa.</p>				
Asiasanat Ahvenanmaan merialue, a-klorofylli, fosfori, kuormitus, ravinteet, rehevöityminen, Saaristomeri, typpi, veden laatu				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF) 978-952-257-258-5	ISSN-L 1798-8004	ISSN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu) 1798-8012
Kokonaissivumäärä 116		Kieli Suomi		Hinta (sis. alv 8%)
Julkaisun myynti/jakaja				
Julkaisun kustantaja Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus				
Painopaikka ja -aika				

P R E S E N T A T I O N S B L A D

Publikationens serie och nummer Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finlands publikationer 6/2011				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare		Publiceringsdatum Mars 2011		
		Utgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland		
		Projektets finansiär/uppdragsgivare		
Publikationens titel Kirkkaasta sameaan Meren kuormitus ja tila Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla (Från klart till grumligt Belastningen på havet och tillståndet i Skärgårdshavet och Ålands havsområdet)				
Sammandrag <p>I denna rapport granskas belastningen på och tillståndet i Skärgårdshavet och Ålands havsområden, och förändringarna där under decennierna fram till åren 2008 och 2009. Tyngdpunkten ligger på näringsbelastningen och vattnets kvalitet, men även bakgrundsinformation ingår och bland annat en översikt över fiskbestånden.</p> <p>Tillståndet i Skärgårdshavet och Ålands havsområden har försämrats betydligt under de senaste decennierna. Särskilt mängderna av fosfor och klorofyll a har ökat och siktdjupet har minskat. Under de senaste tio åren har ökningen av ytvattnets fosforhalt lagt sig i större delen av området, men i vattenlagren närmast botten och under vintertid har fosforhalten på många håll fortsatt öka ända fram till de senaste åren. Även mängden klorofyll a har ökat i ytter- och mellanskärgården, också under 2000-talet. Under de senaste åren har klorofyllhaltens ökning ändå lagt sig, det vill säga att halten har minskat, särskilt i kustnära vatten.</p> <p>Havsområdets största lokala näringsbelastare är jordbruket, men i synnerhet kväve tillförs rikligt i form av luftnedfall. Likaledes försämrats havsområdets tillstånd av den interna belastningen och näringsämnen som följer med strömmarna från Finska viken och andra delar av Östersjön. Andra näringskällor är bl.a. glesbebyggelse, avloppsreningsverk och fiskodling. Det kommer mer näringsämnen till Ålands havsområde från andra håll än från Åland.</p> <p>Under de senaste decennierna har det skett tydliga årstidsberoende förändringar av den diffusa belastningen. Under åren 1990–2009 har belastningen av näringsämnen och fasta ämnen via älvarna till havet under vintern och hösten varit klart större än under åren 1970–1989. Ökningen av belastningen vintertid är en följd av mildare vintrar än tidigare, och pekar på förändringar som klimatförändringen för med sig.</p> <p>Även om det också har funnits positiva tecken i tillståndet i Skärgårdshavet och Ålands havsområden, är tillståndet fortfarande bekymmersamt. Det enda sättet att förbättra havsområdets tillstånd är en betydande minskning av belastningen. Minskningen avser såväl lokala näringskällor, i synnerhet jordbruket, som näringsämnen som följer med strömmarna från andra delar av Östersjön och luftnedfall.</p>				
Nyckelord belastning, fosfor, klorofyll a, kväve, näringsämnen, Skärgårdshavet, vattnets kvalitet, Ålands havsområde, övergödning				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation)
	978-952-257-258-5	1798-8004		1798-8012
Sidantal		Språk	Pris (inneh. moms 8%)	
116		Finska		
Beställningar/distribution				
Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland				
Tryckeri, ort och tidpunkt				

Publication series and numbers Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Southwest Finland, Publications 6/2011				
Area(s) of responsibility Environment and Natural Resources				
Author(s)		Date March 2011		
		Publisher Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Southwest Finland		
		Financier/commissioner		
Title of publication Kirkkaasta sameaan Meren kuormitus ja tila Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla (From clear to turbid State of the Archipelago Sea and sea areas around the Åland Islands and nutrient loading to them)				
Abstract This report examines the state of the Archipelago Sea and the sea areas around the Åland Islands and nutrient loading to them and the changes that have taken place in this respect over the past few decades, up to 2008 and 2009. Even though the emphasis is on nutrient loading and water quality, the report also includes background data and a survey on fish populations. The state of the Archipelago Sea and the sea areas around the Åland Islands have weakened considerably during the past few decades. Particularly the amounts of phosphorus and chlorophyll a have increased and clarity of water (Secchi depth) has decreased. During the past ten years, the rate of increase in the surface water phosphorus concentration has let up in most areas. However, in many areas, the increase has continued in the water layer near the bottom and during winter months until recently. The amount of chlorophyll a has also increased in the outer and middle archipelago during the past decade. During the past few years, the increase in chlorophyll concentration has, however, let up and in some locations the concentrations have decreased. This has particularly been the case in waters near the coastline. The largest source of nutrient loading to the sea area is agriculture. However, atmospheric fallout is also an important source, particularly for nitrogen. Internal loading and the nutrients carried by currents from the Gulf of Finland and elsewhere in the Baltic Sea also weaken the state of the sea area. Other nutrient sources include scattered settlements, wastewater treatment plants and fish farming. The sea areas around the Åland Islands receive more nutrients from elsewhere than from the islands themselves. During the past few decades, there have been big seasonal changes in diffuse loading. The amount of nutrients and sediments carried to the sea by rivers during the winter and autumn months was considerably higher in 1990-2009 than in 1970-1989. The increase in wintertime loading is a result of milder winters and an indication of the changes accompanied by climate change. Even though there have been some improvements in the state of the Archipelago Sea and the sea areas around the Åland Islands in recent years, the situation still gives cause for concern. The only way to improve the state of the sea area is to substantially reduce loading. This applies to local nutrient sources (particularly agriculture), nutrients carried by currents from elsewhere in the Baltic Sea and atmospheric fallout.				
Keywords Archipelago Sea, chlorophyll a, eutrophication, loading, nitrogen, nutrients, phosphorus, Sea areas around the Åland Islands, water quality				
ISBN (print)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (print)	ISSN (online)
	978-952-257-258-5	1798-8004		1798-8012
Number of pages	Language		Price (incl. tax 8 %)	
116	finnish			
For sale at/distributor				
Financier of publication Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Southwest Finland				
Printing place and date				



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS



Lounais-Suomen
vesiensuojeluyhdistys r.y.



GTK

Varsinais-Suomen elinkeino-,
liikenne- ja ympäristökeskus
Lemminkäisenkatu 14-18 B
PL 523, 20101 Turku
puh. 020 636 0060
www.ely-keskus.fi

ISBN 978-952-257-258-5 (PDF)
ISSN-L1798-8004
ISSN 1798-8012 (verkkajulkaisu)